

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 1 月 15 日 (15.01.2004)

PCT

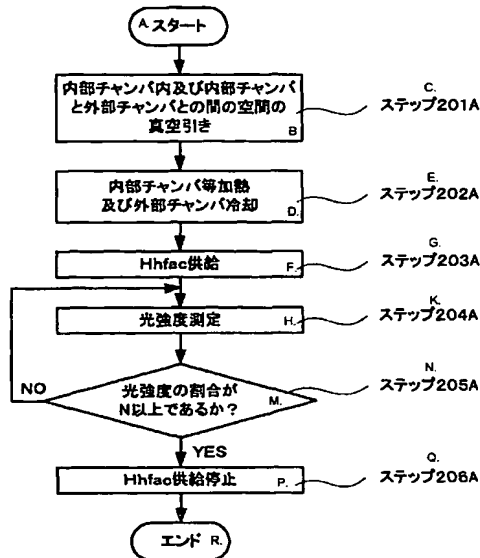
(10) 国際公開番号
WO 2004/006316 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H01L 21/31 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/008317 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 神力 博 (SHIN-RIKI, Hiroshi) [JP/JP]; 〒407-0192 山梨県 韮崎市穂坂町三ツ沢 6 5 0 東京エレクトロン A T 株式会社内 Yamanashi (JP). 土橋 和也 (DOBASHI, Kazuya) [JP/JP]; 〒407-0192 山梨県 韮崎市穂坂町三ツ沢 6 5 0 東京エレクトロン株式会社内 Yamanashi (JP). 鈴木 幹夫 (SUZUKI, Mikio) [JP/JP]; 〒407-0192 山梨県 韮崎市穂坂町三ツ沢 6 5 0 東京エレクトロン A T 株式会社内 Yamanashi (JP). 真柄 敬 (MAGARA, Takashi) [JP/JP]; 〒407-0192 山梨県 韮崎市穂坂町三ツ沢 6 5 0 東京エレクトロン A T 株式会社内 Yamanashi (JP).
(22) 国際出願日: 2003 年 7 月 1 日 (01.07.2003)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願 2002-197365 2002 年 7 月 5 日 (05.07.2002) JP
特願 2002-357945 2002 年 12 月 10 日 (10.12.2002) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 東京エレクトロン株式会社 (TOKYO ELECTRON LIMITED) [JP/JP]; 〒107-8481 東京都 港区赤坂 五丁目 3 番 6 号 Tokyo (JP).
(74) 代理人: 須山 佐一 (SUYAMA, Saichi); 〒101-0046 東京都 千代田区神田多町 2 丁目 1 番地 神田東山ビル Tokyo (JP).
(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,

[続葉有]

(54) Title: METHOD OF CLEANING SUBSTRATE-PROCESSING DEVICE AND SUBSTRATE-PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称: 基板処理装置のクリーニング方法および基板処理装置



A...START
B...VACUUM DRAWING FROM INNER CHAMBER AND FROM SPACE BETWEEN INNER CHAMBER AND OUTER CHAMBER
C...STEP 201A
D...HEATING INNER CHAMBER ETC. AND COOLING OUTER CHAMBER
E...STEP 202A
F...SUPPLYING Hhfac
G...STEP 203A
H...MEASURING OPTICAL STRENGTH
K...STEP 204A
M...IF RATIO OF OPTICAL STRENGTH IS N OR MORE?
N...STEP 205A
P...STOPPING Hhfac SUPPLY
Q...STEP 206A
R...END

(57) Abstract: In a cleaning step of a substrate-processing device, vacuum drawing is made for the space between an inner chamber and an outer chamber that receives the inner chamber. Temperature of the inner chamber is set higher than the temperature of the inner chamber during substrate processing and set lower than the temperature of a substrate support member. After that, a cleaning gas containing hexafluoroacetylacetone (Hhfac) is supplied in the inner chamber, and substances to be cleaned off adhering inside the inner chamber are removed.

[続葉有]

WO 2004/006316 A1



DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

基板処理装置のクリーニング工程において、内部チャンバと内部チャンバを収容した外部チャンバとの間の空間の真空引きが行われる。内部チャンバの温度を基板の処理時における内部チャンバの温度より高め、基板支持部材の温度より低くする。その後、内部チャンバ内にヘキサフルオロアセチルアセトン (H h f a c) を含むクリーニングガスを供給して、内部チャンバ内に付着している被クリーニング物質を取り除く。

明 細 書

基板処理装置のクリーニング方法および基板処理装置

5 技術分野

本発明は、基板に処理を施す基板処理装置のクリーニング方法およびクリーニングが行い得る基板処理装置に関する。

背景技術

- 10 従来から、半導体基板、例えばシリコンウェハ（以下、単に「ウェハ」という。）の表面に薄膜を形成する成膜装置として、化学的に薄膜を形成する成膜装置が知られている（特開 2002-151489 号公報参照）。

- ところで、上記のような成膜装置で次々にウェハに薄膜を形成すると、チャンバ内壁及びチャンバ内に配設されたサセプタ等に付着した付着物が、
15 チャンバ内壁およびサセプタから剥離して、ウェハが汚染されると
いう問題がある。

このため、定期的に成膜装置をクリーニングする必要がある。しかしながら、今だクリーニング条件は確立されておらず、効果的にクリーニングが行われていないという問題がある。

20

発明の開示

- 本発明は、上記問題を解決するためになされたものである。即ち、本発明は、効果的な基板処理装置のクリーニングを行うことができる基板処理装置のクリーニング方法およびそのようなクリーニングが行い得る
25 基板処理装置を提供することを目的とする。

本発明の基板処理装置のクリーニング方法は、基板処理装置の内部チ

チャンバ内に基板を収容して基板に処理を施した後、内部チャンバの温度を基板の処理時における内部チャンバの温度より高め、かつ内部チャンバと内部チャンバを収容した外部チャンバとの間の空間を排気した状態で、内部チャンバ内にクリーニングガスを供給して、内部チャンバ内に

5 付着している被クリーニング物質を取り除くクリーニング工程を具備することを特徴としている。本発明の基板処理装置のクリーニング方法は、このようなクリーニング工程を具備しているので、効果的な基板処理装置のクリーニングを行うことができる。また、外部チャンバの温度上昇を抑制することができる。

10 上記クリーニング工程は、外部チャンバを冷却しながら行われることが好ましい。外部チャンバを冷却することにより外部チャンバの温度上昇を抑制することができる。

上記外部チャンバは、金属で形成されていることが好ましい。外部チャンバを金属で形成することにより、基板処理装置の機械的強度を高めることができる。また、真空の保持が容易になる。

15

上記クリーニング工程はクリーニングガスを内部チャンバ内に収容された基板を支持する基板支持部材の表面に沿って流すことにより行われることが好ましい。クリーニングガスをこのように供給することにより、基板支持部材上から基板支持部材に向けてクリーニングガスを供給する

20 よりも基板支持部材に衝突するクリーニングガスの割合を高めることができ、基板支持部材からより多くの被クリーニング物質を取り除くことができる。

本発明の他の基板処理装置のクリーニング方法は、基板処理装置のチャンバ内に基板を収容して基板に処理を施した後、チャンバとチャンバ内に収容された基板を支持する基板支持部材とに温度差を設けた状態で、

25 チャンバ内にクリーニングガスを供給して、チャンバ内に付着している

被クリーニング物質を取り除くクリーニング工程を具備することを特徴としている。本発明の基板処理装置のクリーニング方法は、このようなクリーニング工程を具備しているので、効果的な基板処理装置のクリーニングを行うことができる。

- 5 上記基板の処理はチャンバの温度が基板支持部材の温度より低い状態で行われ、かつクリーニング工程はチャンバの温度が基板支持部材の温度より低い状態で行われることが好ましい。クリーニング工程をこのような状態で行った場合であっても、効果的にチャンバから被クリーニング物質を取り除くことができる。

- 10 上記クリーニング工程は、チャンバを350℃以上に加熱し、かつ基板支持部材を400℃以上に加熱した状態で行われることが好ましい。クリーニング工程をこのような状態で行うことにより、確実に被クリーニング物質を取り除くことができる。

- 15 上記クリーニング工程は、クリーニングガスを基板支持部材の表面に沿って流すことにより行われることが好ましい。クリーニングガスをこのように供給することにより、基板支持部材上から基板支持部材に向けてクリーニングガスを供給するよりも基板支持部材に衝突するクリーニングガスの割合を高めることができ、基板支持部材からより多くの被クリーニング物質を取り除くことができる。

- 20 上記クリーニングガスは、ケトンを含んでいることが好ましい。クリーニングガスにケトンを含ませることにより、内部チャンバ内或いはチャンバ内から被クリーニング物質を取り除くことができる。

- 25 本発明の他の基板処理装置のクリーニング方法は、基板処理装置のチャンバ内に基板を収容して基板に処理を施した後、チャンバの温度を基板の処理時におけるチャンバの温度より高めた状態で、チャンバ内にケトンを含むクリーニングガスを供給して、チャンバ内に付着している被

クリーニング物質を取り除くクリーニング工程を具備することを特徴としている。本発明の基板処理装置のクリーニング方法は、このようなクリーニング工程を具備しているので、効果的な基板処理装置のクリーニングを行うことができる。

- 5 上記クリーニング工程は、クリーニングガスを基板支持部材の表面に沿って流すことにより行われることが好ましい。クリーニングガスをこのように供給することにより、基板支持部材上から基板支持部材に向けてクリーニングガスを供給するよりも基板支持部材に衝突するクリーニングガスの割合を高めることができ、基板支持部材からより多くの被クリーニング物質を取り除くことができる。
- 10

上記ケトン β は、 β -ジケトンであることが好ましい。ケトンとして、 β -ジケトンを使用することにより、被クリーニング物質を構成する物質の錯体を形成することができる。また、 β -ジケトンの中でも、ヘキサフルオロアセチルアセトンが好ましい。

- 15 上記クリーニング工程は、内部チャンバ或いはチャンバの温度が基板の処理時における内部チャンバ或いはチャンバの温度より100℃以上高い状態で行われることが好ましい。クリーニング工程をこのような状態で行うことにより、確実に被クリーニング物質を取り除くことができる。

- 20 上記内部チャンバ或いはチャンバは、石英又はセラミックスで形成されていることが好ましい。内部チャンバ或いはチャンバをこのような物質から形成することにより、内部チャンバ或いはチャンバを高温に加熱することができる。

- 25 上記被クリーニング物質は、Al、Y、Zr、Hf、La、Ce、Prの少なくとも1元素を含む酸化物であってもよい。これらの酸化物が内部チャンバ内或いはチャンバ内に付着している場合であっても、確実に

に内部チャンバ内或いはチャンバ内からこれらの酸化物を取り除くことができる。

- 上記クリーニングガスは、活性種を含んでいることが好ましい。本発明の「活性種」には、ラジカル、イオンが含まれる。クリーニングガス
- 5 に活性種を含ませることにより、内部チャンバ或いはチャンバから被クリーニング物質を取り除くことができる。

- 上記クリーニング工程は、内部チャンバ内或いはチャンバ内を排気しながら行われることが好ましい。内部チャンバ内或いはチャンバ内を排気しながらクリーニング工程を行うことにより、短時間でクリーニング
- 10 を終了させることができる。

- 上記内部チャンバ内或いはチャンバ内の排気は、基板の処理時に使用される排気系とは異なる排気系を使用して行われることが好ましい。このような排気を行うことにより、基板の処理時に使用される排気系内への被クリーニング物質とクリーニングガスとの化学反応により生成され
- 15 た生成物等の付着を抑制することができる。

- 上記内部チャンバ内或いはチャンバ内の排気は、被クリーニング物質とクリーニングガスとの化学反応により生成された生成物を捕集しながら行われることが好ましい。生成物を捕集しながら排気を行うことにより、クリーニング時に使用される排気系への生成物の付着を抑制するこ
- 20 とができる。

- 上記生成物の捕集は、内部チャンバ或いはチャンバに近接した位置で行われることが好ましい。このような位置で生成物の捕集を行うことにより、クリーニング時に使用される排気系への生成物の付着をより抑制することができる。

- 25 上記内部チャンバ或いはチャンバは、抵抗発熱体により加熱されてもよい。抵抗発熱体を使用することにより、内部チャンバ或いはチャンバ

を容易に所定の温度に加熱することができる。

上記内部チャンバ或いはチャンバは、加熱ランプにより加熱されてもよい。加熱ランプを使用することにより、短時間で内部チャンバ或いはチャンバを所定の温度に到達させることができる。

- 5 本発明の基板処理装置は、内部チャンバと、内部チャンバを収容した外部チャンバと、内部チャンバ内にクリーニングガスを供給するクリーニングガス供給系と、内部チャンバを加熱するチャンバヒータと、内部チャンバと外部チャンバとの間の空間を排気する排気系とを具備することを特徴としている。本発明の基板処理装置は、クリーニングガス供給系と、チャンバヒータと、排気系とを備えているので、内部チャンバ内のクリーニングを行うことができる。また、外部チャンバの温度上昇を抑制することができる。
- 10

- 上記チャンバヒータは、内部チャンバと外部チャンバとの間の空間に配設されていることが好ましい。このような位置にチャンバヒータを配設することにより、内部チャンバを確実に加熱することができる一方、内部チャンバと外部チャンバとの間の空間は排気されるので、チャンバヒータからの熱が外部チャンバに伝わり難くなり、外部チャンバの温度上昇を確実に抑制することができる。
- 15

- 上記基板処理装置は、チャンバヒータから発せられる熱線を内部チャンバに導く反射体をさらに備えることが好ましい。反射体を備えることにより、内部チャンバを効率良く加熱することができる。
- 20

- 上記外部チャンバはチャンバヒータから発せられた熱線を透過する熱線透過窓を有し、かつチャンバヒータは外部チャンバ外に配設されていてもよい。外部チャンバに紫外線透過窓を備え、チャンバヒータをこのような位置に配設することにより、チャンバヒータの修理、清掃等のメンテナンスを容易に行うことができる。
- 25

図面の簡単な説明

図 1 は第 1 の実施の形態に係る基板処理装置の構成を示した図である。

図 2 は第 1 の実施の形態に係る処理容器の内部を模式的に示した図である。

図 3 は第 1 の実施の形態に係る基板処理装置で行われる成膜のフローチャートである。

図 4 は第 1 の実施の形態に係る基板処理装置で行われるクリーニングのフローチャートである。

10 図 5 A は Hh f a c の化学構造を模式的に示した図であり、図 5 B は Hh f a c で形成される金属錯体の化学構造を模式的に示した図である。

図 6 は比較例に係る基板処理装置を模式的に示した図である。

図 7 は実施例 1 に係るウェハの温度と Al_2O_3 膜のエッチレートとの関係を示したグラフである。

15 図 8 は実施例 2 に係るウェハの温度と HfO_2 膜のエッチレートとの関係を示したグラフである。

図 9 は実施例 3 に係る内部チャンバ内の圧力と HfO_2 膜のエッチレートとの関係を示したグラフである。

20 図 10 は実施例 4 に係る Hh f a c の流量とエッチレートとの関係を示したグラフである。

図 11 は実施例 5 に係る O_2 の流量と Al_2O_3 膜のエッチレートとの関係を示したグラフである。

図 12 は実施例 6 に係る O_2 の流量と HfO_2 膜のエッチレートとの関係を示したグラフである。

25 図 13 は実施例 7 に係る H_2O の濃度と Al_2O_3 膜のエッチレートとの関係を示したグラフである。

図 1 4 は実施例 8 に係る H_2O の濃度と HfO_2 膜のエッチレートとの関係を示したグラフである。

図 1 5 は実施例 9 に係る C_2H_5OH の濃度とエッチレートとの関係を示したグラフである。

5 図 1 6 は第 2 の実施の形態に係る基板処理装置で行われるクリーニングのフローを示したフローチャートである。

図 1 7 は第 3 の実施の形態に係る基板処理装置で行われるクリーニングのフローを示したフローチャートである。

10 図 1 8 は第 4 の実施形態に係る処理容器の内部を模式的に示した図である。

図 1 9 は第 5 の実施の形態に係る処理容器の内部を模式的に示した図である。

図 2 0 は第 5 の実施の形態に係る基板処理装置で行われるクリーニングのフローを示したフローチャートである。

15 図 2 1 は、実施例 1 0 に係るウェハの温度と HfO_2 膜のエッチレートとの関係を示したグラフである。

図 2 2 は、実施例 1 1 に係るウェハの温度と HfO_2 膜のエッチレートとの関係を示したグラフである。

20 図 2 3 は第 6 の実施の形態に係る処理容器の内部を模式的に示した図である。

図 2 4 は第 7 の実施の形態に係る処理容器の内部を模式的に示した図である。

発明を実施するための最良の形態

25 (第 1 の実施形態)

以下、本発明の第 1 の実施の形態について説明する。図 1 は、本実施

の形態に係るALD (A t o m i c L a y e r D e p o s i t i o n) 成膜プロセスを行う基板処理装置の構成を示した図である。ALD成膜プロセスでは、ウェハ上に第1の原料ガスと第2の原料ガスとを交互に、ウェハ表面に沿って流れる層流の形で供給し、第1の原料ガス中の原料ガス分子をウェハ表面に吸着させる。この原料ガス分子を第2の原料ガス中の原料ガス分子と反応させることにより1分子層分の厚さの膜を形成する。このプロセスを繰り返すことにより、ウェハ表面にゲート絶縁膜として使用可能な高品質な誘電体膜、特に高誘電体膜を形成する。

10 図1に示されるように、基板処理装置10はウェハWを隔てて互いに対向する処理ガス導入口13Aおよび13Bと、ウェハWを隔てて処理ガス導入口13Aおよび13Bにそれぞれ対向する細長いスリット状の排気口14A、14Bとを有する処理容器200を備えている。

排気口14Aおよび14Bは、それぞれコンダクタンスバルブ15Aおよび15Bを介してトラップ100に接続されている。処理容器200内のガスはトラップ100を介して排気される。また、処理容器200には、処理ガス導入口13Aと併設された処理ガス導入口13Cが形成されている。

処理ガス導入口13Aは、切替バルブ16Aの第1の出口に接続されている。切替バルブ16Aは、バルブ17A、質量流量コントローラ18A、および別のバルブ19Aを含む第1の原料供給ライン11Aを介してトリメチルアルミニウム(CH_3)₃Al (以下、「TMA」という。)を収容した原料容器20Aに接続されている。第1の原料供給ライン11Aには、バルブ21A、22Aを含むAr等の不活性ガスを供給するパージライン12Aが接続されている。

切替バルブ16Aには、Ar等の不活性ガス源に接続され、質量流量

コントローラ 2 3 A およびバルブ 2 4 A を含むバルブパージライン 2 5 A が接続されている。切替バルブ 1 6 A の第 2 の出口はパージライン 1 0 0 A を介してトラップ 1 0 0 に接続されている。

同様に、処理ガス導入口 1 3 B は、切替バルブ 1 6 B の第 1 の出口に
5 接続されている。切替バルブ 1 6 B は、バルブ 1 7 B、質量流量コントローラ 1 8 B、および別のバルブ 1 9 B を含む第 2 の原料供給ライン 1 1 B を介して H_2O を収容した原料容器 2 0 B に接続されている。第 2 の原料供給ライン 1 1 B には、バルブ 2 1 B、2 2 B を含む Ar 等の不活性ガスを供給するパージライン 1 2 B が接続されている。

10 切替バルブ 1 6 B には、 Ar 等の不活性ガス源に接続され、質量流量コントローラ 2 3 B およびバルブ 2 4 B を含むバルブパージライン 2 5 B が接続されている。切替バルブ 1 6 B の第 2 の出口は、パージライン 1 0 0 B を介してトラップ 1 0 0 に接続されている。

処理ガス導入口 1 3 C は、切替バルブ 1 6 C の第 1 の出口に接続され
15 ている。切替バルブ 1 6 C は、バルブ 1 7 C、質量流量コントローラ 1 8 C、および別のバルブ 1 9 C を含む第 3 の原料供給ライン 1 1 C を介して $Hf(t-O-C_4H_9)_4$ を収容した原料容器 2 0 C に接続されている。第 3 の原料供給ライン 1 1 C には、バルブ 2 1 C、2 2 C を含み、 Ar 等の不活性ガスを供給するパージライン 1 2 C が接続されている。

20 切替バルブ 1 6 C には、 Ar 等の不活性ガス源に接続され、質量流量コントローラ 2 3 C およびバルブ 2 4 C を含むバルブパージライン 2 5 C が接続されている。切替バルブ 1 6 C の第 2 の出口は、パージライン 1 0 0 C を介してトラップ 1 0 0 に接続されている。

処理容器 2 0 0 には、クリーニングガス導入口 1 3 D が排気口 1 4 A
25 に併設されている。クリーニングガス導入口 1 3 D は、切替バルブ 1 6 D の第 1 の出口に接続されている。切替バルブ 1 6 D は、バルブ 1 7 D、

質量流量コントローラ 18 D、および別のバルブ 19 Dを含む第 4 の原料供給ライン 11 Dを介してヘキサフルオロアセチルアセトン（以下、「H h f a c」という。）を収容した原料容器 20 Dに接続されている。

- 第 4 の原料供給ライン 11 Dには、バルブ 21 D、22 Dを含む A r 等の不活性ガスを供給するパージライン 12 Dが接続されている。

切替バルブ 16 Dには、A r 等の不活性ガス源に接続され、質量流量コントローラ 23 Dおよびバルブ 24 Dを含むバルブパージライン 25 Dが接続されている。切替バルブ 16 Dの第 2 の出口は、パージライン 100 D、100 Bを介してトラップ 100に接続されている。

- 10 基板処理装置 10には、成膜プロセスを制御する制御装置 10 Aが設けられている。制御装置 10 Aは、切替バルブ 16 A～16 Dおよびコンダクタンスバルブ 15 A、15 B、および後述するチャンバヒータ 220を制御する。また、制御装置 10 Aには、後述する光センサが電氣的に接続されている。

- 15 図 2 は本実施の形態に係る処理容器 200 の内部を模式的に示した図である。ただし図 2 中、図 1 に対応する部分は同一の参照符号で示されている。図 2 に示されるように、処理容器 200 は、石英ガラスよりなる内部チャンバ 201 と、内部チャンバ 201 の外側に配設された A 1 よりなる外部チャンバ 202 とを有している。

- 20 内部チャンバ 201 は、外部チャンバ 202 中に固定され、外部チャンバ 202 の一部を構成するカバープレート 202 Aにより覆われる凹部中に収められている。内部チャンバ 201 は、凹部内において外部チャンバ 202 の底面を覆う石英底板 201 Aと、凹部内において石英底板 201 Aを覆う石英カバー 201 Bとから構成されている。

- 25 内部チャンバ 201 内には、処理ガス導入口 13 Aおよび 13 Bがウェハ Wを隔てて対向するように配設されている。石英底板 201 Aには、

内部チャンバ 201 内を排気するための排気口 14A、14B が形成されている。ここで、処理ガス導入口 13A から導入された TMA は、ウェハ W の表面に沿って流れ、対向する排気口 14A から排気される。同様に処理ガス導入口 13B から導入された H_2O は、ウェハ W の表面に沿って流れ、対向する排気口 14B から排気される。このように TMA および H_2O を交互に処理ガス導入口 13A から排気口 14A へと、あるいは処理ガス導入口 13B から排気口 14B へと流すことにより、先に説明した分子層を基本単位とする膜形成が可能になる。

排気口 14A、14B の周囲には石英ガラスよりなるライナ 203 が配設されており、ライナ 203 には図示しない減圧ポンプに接続された排気用導管 204A、204B がそれぞれ接続されている。なお、排気用導管 204A、204B には、それぞれコンダクタンスバルブ 15A、15B が介在している。

図 2 の状態では、コンダクタンスバルブ 15A が略閉状態に、またコンダクタンスバルブ 15B が開状態に設定されている。コンダクタンスバルブ 15A、15B は、信頼性の高い開閉状態を実現するために、閉状態といえども完全に閉鎖するのではなく 3% 程度の弁開度を残しておくのが好ましい。

排気用導管 204B の、コンダクタンスバルブ 15B と外部チャンバ 202 との間の部分には、トラップ 100 とは別のトラップ 205 が配設されている。トラップ 205 により、内部チャンバ 201 から排出された直ぐ後ろの位置で排気中に含まれる液状成分や固体成分等の不純物や異物が除去される。なお、トラップ 205 は省略しても良い。

外部チャンバ 202 には、石英ガラスよりなる図示しない窓が形成されている。外部チャンバ 202 の外側には、窓を介して後述するガードリング 215 に光を照射するランプとガードリング 215 で反射された

光の強度を測定する図示しない光センサとが配設されている。ガードリング 215 に光を照射して、ガードリング 215 で反射された光の強度を光センサで測定することにより、サセプタ 209 に付着している Al_2O_3 の量が把握される。

- 5 外部チャンバ 202 の外周には、外部チャンバ 202 を冷却する水冷ジャケット 208 が配設されている。水冷ジャケット 208 内に冷却水が流されることにより、外部チャンバ 202 が冷却される。なお、水冷ジャケット 208 に限らず、外部チャンバ 202 を冷却することができる冷却機構であれば、使用することが可能である。このような冷却機構
10 としては、水冷ジャケット 208 の他に例えばペルチェ素子等が挙げられる。

- 外部チャンバ 202 の底部には、円形の開口部 202B が形成されている。開口部 202B には、ウェハ W を支持するディスク状の基板支持台、すなわちサセプタ 209 が収められている。サセプタ 209 中には、
15 加熱機構としての例えば抵抗加熱型のヒータ 210 が收容されている。

- サセプタ 209 は外部チャンバ 202 の下部に設けられた基板搬送部 211 により回動自在に、また同時に上下動自在に保持されている。サセプタ 209 は最上位のプロセス位置と最下位の基板出入位置との間を上下動可能に保持されており、プロセス位置は、サセプタ 209 上のウ
20 エハ W の表面が石英底板 201A の表面と略一致するように決定されている。

- 一方、基板出入位置は、基板搬送部 211 の側壁面に形成されたゲートバルブ 211A に対応して設定されており、サセプタ 209 が基板出入位置まで下降した場合、ゲートバルブ 211A から図示しない搬送ア
25 ームが挿入され、ウェハ昇降ピン（図示せず）によりサセプタ 209 表面から持ち上げられたウェハ W を保持して取り出し、次の工程に送る。

また、図示しない搬送アームは、新たなウェハWを、ゲートバルブ211Aを介して基板搬送部211中に導入し、これをサセプタ209上に載置する。新たなウェハWを保持したサセプタ209は、軸受部212中に磁気シール212Aにより保持された回動軸212Bにより回動自在に保持されている。また回動軸212Bに延設されたエアシリンダ213により昇降自在に保持されている。回動軸212Bが昇降する空間は、ベローズ214等の隔壁により密閉されている。その際、この空間は図示しない排気口を介して内部チャンバ201内部よりも高真空状態に排気され、内部チャンバ201内で行われる基板処理プロセスへの汚染が回避される。

また、このような差圧排気を確実にを行うため、サセプタ209にはウェハWを囲むように石英ガラスよりなるガードリング215が設けられている。ガードリング215により、サセプタ209と開口部202Bの側壁面との間のコンダクタンスが抑制される。これによりベローズ214で画成された空間内を高真空に排気した場合に内部チャンバ201との間に差圧が確実に形成される。

外部チャンバ202の底部に形成された開口部202Bは、側壁面がライナ201Cにより覆われている。ライナ201Cは、さらに下方に延在しており、基板搬送部211の内壁を覆っている。

内部チャンバ201と外部チャンバ202の間には空間が形成されている。外部チャンバ202には、排気によりこの空間の圧力を低下させる排気系216が接続されている。排気系216は、減圧ポンプ217と、減圧ポンプ217と外部チャンバ202とに接続された排気用導管218と、外部チャンバ202内の圧力を調節するコンダクタンスバルブ219とを備えている。コンダクタンスバルブ219が開かれた状態で、減圧ポンプ217が作動することにより、上記空間の圧力が低下

する。

内部チャンバ 201 と外部チャンバ 202 との間の空間には、チャン
バヒータ 220 が配設されている。具体的には、石英カバー 201 B の
上部とカバープレート 202 A との間の空間には、チャンバヒータ 22
5 0 A が配設されている。また、石英カバー 201 B の側部と外部チャン
バ 202 の側部との空間には、チャンバヒータ 220 B が配設されてい
る。

チャンバヒータ 220 A、220 B は石英カバー 201 B の外側近傍
の位置に配設されている。チャンバヒータ 220 A、220 B は内部チ
10 ャンバ 201 を外側から加熱するための装置であり、制御装置 10 A と
電氣的に接続されている。チャンバヒータ 220 A、220 B は制御装
置 10 A の指令に基づいて加熱のオン・オフ制御や出力の制御がなされ
る。

チャンバヒータ 220 A、220 B の種類としては、内部チャンバ 2
15 01 の内部を 350℃以上に加熱できるヒータであればどのようなヒ
ータでもよい。例えば、電気抵抗により通電時に発熱する抵抗加熱型ヒ
ータや、赤外線ランプ等からなるランプ加熱型のヒータ、セラミックヒ
ータ等の既知のヒータが挙げられる。チャンバヒータ 220 A、220 B
は石英カバー 201 B 中に内蔵させても良い。なお、チャンバヒータ 2
20 20 B は省略しても良い。

以下、基板処理装置 10 で行われる成膜のフローについて図 3 に沿っ
て説明する。図 3 は本実施の形態に係る基板処理装置 10 で行われる成
膜のフローを示したフローチャートである。

まず、図示しない減圧ポンプが作動して、内部チャンバ 201 内の真
25 空引きが行われる。また、ヒータ 210、チャンバヒータ 220 に電流
が流されて、内部チャンバ 201 が約 150℃に、かつサセプタ 209

が約 300℃に加熱される（ステップ101）。

内部チャンバ201内の圧力が所定圧力まで低下し、かつサセプタ209および内部チャンバ201が所定温度まで到達した後、ゲートバルブ211Aが開かれ、ウェハWを保持した図示しない搬送アームが伸長して、内部チャンバ201内にウェハWが搬入される（ステップ102）。

その後、搬送アームが縮退して、ウェハWが図示しないウェハ昇降ピンに載置される。ウェハWがウェハ昇降ピンに載置された後、ウェハ昇降ピンが下降し、ウェハWがサセプタ209に載置される（ステップ103）。

10 内部チャンバ201が約150℃に、かつサセプタ209が約300℃に安定した後、内部チャンバ201内の圧力が約50～400Paに維持された状態で、バルブ17A、19A、切替バルブ16Aが開かれてTMAが約30sccmの流量で内部チャンバ201内に供給される（ステップ104）。供給されたTMAは、ウェハWの表面に沿って流
15 れる。ここで、ウェハW表面にTMAが接触すると、ウェハW表面にTMAが吸着される。

所定時間経過後、バルブ17A、19A、切替バルブ16Aが閉じられて、TMAの供給が停止されるとともに、内部チャンバ201内に残留しているTMAが内部チャンバ201内から排出される（ステップ1
20 05）。なお、排出の際、内部チャンバ201内の圧力は、約 1.33×10^{-2} Paに維持される。

所定時間経過後、バルブ17B、19B、切替バルブ16Bが開かれて、H₂Oが約100sccmの流量で内部チャンバ201内に供給される（ステップ106）。供給されたH₂Oは、ウェハWの表面に沿って
25 流れる。ここで、H₂OがウェハWに吸着されたTMAに接触すると、TMAとH₂Oとが反応して、Al₂O₃膜がウェハW上に形成される。

所定時間経過後、切替バルブ 16 B、バルブ 19 B、17 B が閉じられて、 H_2O の供給が停止されるとともに、内部チャンバ 201 内に残留している H_2O 等が内部チャンバ 201 内から排出される（ステップ 107）。なお、排出の際、内部チャンバ 201 内の圧力は、約 $1.33 \times 10^{-2} \text{ Pa}$ に維持される。

所定時間経過後、ステップ 104～ステップ 107 の工程を 1 サイクルとして、制御装置 10 A により処理が設定したサイクル数に達したか否かが判断される。本実施の形態では、処理が 200 サイクルで終了するように設定されている（ステップ 108）。処理が約 200 サイクル行われていないと判断されると、ステップ 104～ステップ 107 の工程が再び行われる。

処理が約 200 サイクル行われたと判断されると、図示しないウェハ昇降ピンが上昇し、ウェハ W がサセプタ 209 から離れる（ステップ 109）。なお、処理が約 200 サイクル行われると、ウェハ W 上には、約 20 nm の Al_2O_3 膜が形成される。

その後、ゲートバルブ 211 A が開かれた後、図示しない搬送アームが伸長して、搬送アームにウェハ W が保持される。最後に、搬送アームが縮退して、ウェハ W が内部チャンバ 201 から搬出される（ステップ 110）。

以下、基板処理装置 10 で行われるクリーニングのフローについて図 4 および図 5 に沿って説明する。図 4 は本実施の形態に係る基板処理装置 10 で行われるクリーニングのフローを示したフローチャートであり、図 5 A は $Hhfac$ の化学構造を模式的に示した図であり、図 5 B は $Hhfac$ で形成される金属錯体の化学構造を模式的に示した図である。

まず、図示しない減圧ポンプが作動して、排気用導管 204 B を介して内部チャンバ 201 内の真空引きが行われる。また、減圧ポンプ 21

7 が作動して、内部チャンバ 201 と外部チャンバ 202 との間の空間の真空引きが行われる（ステップ 201 A）。

その後、チャンバヒータ 220 A、220 B およびヒータ 210 に電流が流されて、内部チャンバ 201 が約 350℃ に加熱され、かつサセプタ 209 が 400℃ に加熱される。また、水冷ジャケット 208 内に冷却水が流されて、外部チャンバ 202 が冷却される（ステップ 202 A）。なお、成膜時には内部チャンバ 201 は約 150℃ に加熱され、かつサセプタ 209 は約 300℃ に加熱されるので、クリーニング時の内部チャンバ 201 およびサセプタ 209 は成膜時の内部チャンバ 201 およびサセプタ 209 よりも 100℃ 以上高くなる。また、内部チャンバ 201 は約 350℃ 以上に加熱されてもよく、またサセプタ 209 は約 400℃ 以上、詳細には約 450℃ 以上に加熱されてもよい。

内部チャンバ 201 内の圧力が $9.31 \times 10^3 \sim 1.33 \times 10^4$ Pa に維持され、内部チャンバ 201 が約 350℃ に加熱され、かつサセプタ 209 が約 400℃ に加熱された後、バルブ 17 D、19 D、切替バルブ 16 D が開かれて H h f a c が約 320～380 s c c m の流量で内部チャンバ 201 内に供給される（ステップ 203 A）。内部チャンバ 201 内に H h f a c が供給されることにより、内部チャンバ 201 内のクリーニングが行われる。具体的には、内部チャンバ 201 内に H h f a c が供給されると、H h f a c は主にサセプタ 209 の表面に沿って流れる。そして、H h f a c が内部チャンバ 201 およびサセプタ 209 に付着した Al_2O_3 と接触すると、H h f a c と Al_2O_3 とが化学反応を起し、Al 錯体が形成される。反応機構は次の通りである。H h f a c のような β -ジケトン は互変異性を備えている。そのため、図 5 A に示されるように、H h f a c は構造 I と構造 II との 2 つの構造をとり得る。その結果、C=O 結合と C-C 結合との間にわたって共

- 有電子が非局在化する。かくして構造 I I の O-H 結合が離れ易くなる。この状態の H h f a c の近傍に金属原子 M 等のプラスに帯電した原子があると、上記構造 I I の O-H 結合が外れた H h f a c が配位して図 5 B のような金属錯体を形成すると考えられる。こうして金属原子 M に複
- 5 数の H h f a c が配位して形成された金属錯体は、蒸気圧が高いため、排気により内部チャンバ 2 0 1 内から容易に除去されると考えられる。なお、 β -ジケトンであれば、H h f a c に限らず、このような反応が起こるものと考えられる。また、内部チャンバ 2 0 1 内から排出された A 1 錯体は、トラップ 2 0 5 で捕捉される。
- 10 H h f a c は、 O_2 、 N_2 、および H_2O と共に内部チャンバ 2 0 1 内に供給されることが好ましい。この場合、 O_2 、 N_2 はそれぞれ約 5 0 ~ 2 5 0 s c c m、約 1 0 0 ~ 3 0 0 s c c m の流量で供給されることが好ましく、 H_2O は濃度が約 2 0 0 0 p p m 以下になるように供給されることが好ましい。
- 15 次に、クリーニングが行われている状態で、図示しないランプが点灯するとともに図示しない光センサによりガードリング 2 1 5 で反射された光の強度が測定される（ステップ 2 0 4 A）。
- 光センサにより測定された光の強度の情報は制御装置 1 0 A に送られて、制御装置 1 0 A でメモリに記憶された光の強度に対するクリーニン
- 20 グが行われている間に測定された光の強度の割合が演算され、演算結果が所定の数値 N 以上であるか否か判断される（ステップ 2 0 5 A）。
- 演算結果が所定の数値 N 未満である判断された場合には、制御装置 1 0 A から制御信号が光センサに送られ、再び光の強度測定が行われる。演算結果が所定の数値 N 以上であると判断された場合には、制御装置 1
- 25 0 A から制御信号が切替バルブ 1 6 D 等に送られ、バルブ 1 7 D、1 9 D、および切替バルブ 1 6 D が閉じられる（ステップ 2 0 6 A）。これに

より、内部チャンバ201内のクリーニングが終了される。

本実施の形態では、内部チャンバ201を成膜時より高い温度に維持した状態で、内部チャンバ201内にHh f a cを供給するので、内部チャンバ201内壁及びサセプタ209に付着した Al_2O_3 を効果的

5 に取り除くことができる。

本実施の形態では、内部チャンバ201の加熱時に内部チャンバ201と外部チャンバ202との間の空間を排気して、この空間の圧力を大気圧より低下させているので、外部チャンバ202の軟化を抑制することができる。すなわち、通常、チャンバはA1から形成されている。一方、A1は耐熱性に優れていない。それ故、A1のチャンバを250℃以上に加熱すると軟化してしまう可能性がある。これに対し、本実施の形態では、内部チャンバ201と外部チャンバ202との間の空間を排気して、この空間の圧力を大気圧より低下させているので、チャンバヒータ220A、220Bから発せられる熱が外部チャンバ202に伝わり難くなる。それ故、外部チャンバ202の温度上昇を抑制することができ、外部チャンバ202の軟化を抑制することができる。

10

15

本実施の形態では、内部チャンバ201の加熱時に内部チャンバ201と外部チャンバ202との間の空間を排気して、この空間の圧力を大気圧より低下させているので、内部チャンバ201の加熱効率を向上させることができる。すなわち、内部チャンバ201と外部チャンバ202との間の空間を排気して、この空間の圧力を大気圧より低下させているので、内部チャンバ201からの放熱を抑制することができる。それ故、内部チャンバ201の加熱効率を向上させることができる。

20

本実施の形態では、内部チャンバ201の加熱時に外部チャンバ202を冷却しているので、外部チャンバ202の温度上昇をより抑制することができる。

25

- 本実施の形態では、内部チャンバ201の温度がサセプタ209の温度より低い状態でクリーニングしているが、このような状態でクリーニングした場合であっても、内部チャンバ201に付着した Al_2O_3 を効果的に取り除くことができる。即ち、一般に成膜はサセプタの温度がチャンバの温度よりも高められた状態で行われる。一方、高い温度で形成された膜は低い温度で形成された膜よりも緻密なものになっている。従って、サセプタ209に付着している Al_2O_3 は、内部チャンバ201に付着している Al_2O_3 より緻密なものになっている。ここで、緻密でない Al_2O_3 は緻密な Al_2O_3 よりもクリーニングし易い傾向がある。
- 5 それ故、内部チャンバ201の温度がサセプタ209の温度より低い状態でクリーニングした場合であっても、内部チャンバ201に付着した Al_2O_3 を効果的に取り除くことができる。
- 10

- 本実施の形態では、H h f a cをサセプタ209の表面に沿って供給するので、サセプタ209上からシャワーヘッド等でH h f a cを供給するよりもサセプタ209に衝突するH h f a cの割合を高めることができ、サセプタ209上からより多くの Al_2O_3 を取り除くことができる。
- 15

- 本実施の形態では、光センサで光の強度を測定して、測定結果に基づいてクリーニングの終点を検出するので、 Al_2O_3 等の付着物の付着状態に応じたクリーニングを行うことができる。これにより、クリーニング不足或いは過度のクリーニングによるクリーニングガスの消耗を抑制することができる。また、過度のクリーニングを抑制することができるので、スループットを向上させることができる。なお、ランプおよび光センサは省略しても良い。この場合には、予め累積した膜厚を求めておく、この膜厚に基づいてクリーニングの終点を決定してもよい。
- 20
- 25

(実施例1)

以下、実施例 1 について説明する。本実施例では、 Al_2O_3 が付着した基板処理装置をクリーニングするときの内部チャンバ及びサセプタの最適温度について調べた。なお、 Al_2O_3 の成膜時には内部チャンバは約 $150^{\circ}C$ に加熱され、サセプタは約 $300^{\circ}C$ に加熱されていたものと

5 する。

測定条件について説明する。本実施例では、基板処理装置として第 1 の実施の形態で説明した基板処理装置を使用した。ここで、 Al_2O_3 が付着した基板処理装置をクリーニングガスによりクリーニングするのではなく、ウェハ上の Al_2O_3 膜をクリーニングガスによりエッチングした。 Al_2O_3 膜としては、ウェハを約 $150^{\circ}C$ に加熱して形成したもの及びウェハを約 $300^{\circ}C$ に加熱して形成したものを使用した。クリーニングガスとしては、 $Hhfac$ 、 O_2 から構成されたものを使用した。 $Hhfac$ 、 O_2 の流量は、それぞれ $375 sccm$ 、 $100 sccm$ であった。なお、クリーニングガス中の H_2O の濃度は $0 ppm$ であった。また、内部チャンバ内の圧力は、約 $1.13 \times 10^{-4} Pa$ であった。このような状態を維持しながらウェハの温度を変えて Al_2O_3 膜をエッチングした。

本実施例と比較するために、比較例として本実施例で使用される基板処理装置とは異なる基板処理装置を使用した場合についても同様のエッチングを行った。図 6 は比較例に係る基板処理装置を模式的に示した図である。

図 6 に示されるように比較例でを使用した基板処理装置 300 は、主に、ウェハを収容するチャンバ 301、ウェハを載置するサセプタ 302、サセプタ 302 を支持するサセプタ支持部材 303、サセプタ 302 を加熱するためのサセプタ加熱系 304、サセプタ 302 にウェハを載置或いはサセプタ 302 からウェハを離間させるウェハ昇降機構 305、

チャンバ 301 内にクリーニングガスを供給するクリーニングガス供給系 306、チャンバ 301 内を排気するための排気系 307、及びクリーニングガスを吐出するシャワーヘッド 308 等から構成されている。ここで、シャワーヘッド 308 はシャワーヘッドから吐出されたクリーニングガスがサセプタ 302 上面に対して略垂直に流れるようにサセプタ 302 と対向して配置されている。なお、 Al_2O_3 膜としては、約 150℃ に加熱して形成したものを使用した。また、クリーニングガスの成分、チャンバ内の圧力等は、本実施例と同様とした。

測定結果について説明する。図 7 は、本実施例及び比較例に係るウェハの温度と Al_2O_3 膜のエッチレートとの関係を示したグラフである。図 7 のグラフから分かるように、本実施例における約 150℃ で形成された Al_2O_3 膜のエッチングにおいては、ウェハの温度が 350℃ 以上の場合に高いエッチレートが得られた。一方、本実施例における 300℃ で形成された Al_2O_3 膜のエッチングにおいては、ウェハの温度が 400℃ 以上の場合に高いエッチレートが得られた。

この結果から、本実施例における Al_2O_3 が付着した基板処理装置をクリーニングする場合には、内部チャンバを約 350℃ 以上に加熱し、サセプタを約 400℃ 以上に加熱することが好ましいと考えられる。

また、図 7 のグラフから分かるように、本実施例の約 150℃ で形成された Al_2O_3 膜のエッチングにおけるエッチレートのピーク値は定かではないが、明らかに比較例の約 150℃ で形成された Al_2O_3 膜のエッチングにおけるエッチレートのピーク値よりも高いことが確認された。これは、ウェハに対して略垂直にクリーニングガスを供給するよりもウェハに対して略平行にクリーニングガスを供給する方が、ウェハに衝突するガス分子が多いためであると考えられる。

この結果から、比較例の基板処理装置を使用するよりも本実施例の基

板処理装置を使用する方が好ましいと考えられる。

(実施例 2)

以下、実施例 2 について説明する。本実施例では、 HfO_2 が付着した基板処理装置をクリーニングするときの内部チャンバ及びサセプタの最適温度について調べた。なお、 HfO_2 の成膜時には内部チャンバは約 150°C に加熱され、サセプタは約 300°C に加熱されていたものとする。

測定条件について説明する。本実施例では、基板処理装置として第 1 の実施の形態で説明した基板処理装置を使用した。ここで、 HfO_2 が付着した基板処理装置をクリーニングガスによりクリーニングするのではなく、ウェハ上の HfO_2 膜をクリーニングガスによりエッチングした。 HfO_2 膜としては、ウェハを約 150°C に加熱して形成したもの及びウェハを約 300°C に加熱して形成したものを使用した。クリーニングガスとしては、 Hhfac 、 O_2 から構成されたものを使用した。

Hhfac 、 O_2 の流量は、それぞれ 375 sccm 、 100 sccm であった。なお、クリーニングガス中の H_2O の濃度は 0 ppm であった。また、内部チャンバ内の圧力は、約 $1.13 \times 10^{-4}\text{ Pa}$ であった。このような状態を維持しながらウェハの温度を変えて HfO_2 膜をエッチングした。

本実施例と比較するために、比較例として本実施例で使用する基板処理装置とは異なる基板処理装置を使用した場合についても同様のエッチングを行った。比較例の基板処理装置は、実施例 1 で説明した比較例の基板処理装置と同様の基板処理装置を使用した。なお、 HfO_2 膜としては、約 150°C に加熱して形成したものを使用した。また、クリーニングガスの成分、チャンバ内の圧力等は、本実施例と同様とした。

測定結果について説明する。図 8 は、本実施例に係るウェハの温度と

HfO₂膜のエッチレートとの関係を示したグラフである。図8のグラフから分かるように、本実施例における約150℃で形成されたHfO₂膜のエッチングにおいては、ウェハの温度が350℃以上の場合に高いエッチレートが得られた。一方、本実施例における300℃で形成されたHfO₂膜のエッチングにおいては、ウェハの温度が400℃以上の場合に高いエッチレートが得られた。

この結果から、本実施例におけるHfO₂が付着した基板処理装置をクリーニングする場合には、内部チャンバを約350℃以上に加熱し、サセプタを約400℃以上に加熱することが好ましいと考えられる。

10 また、図8のグラフから分かるように、本実施例の約150℃で形成されたHfO₂膜のエッチングにおけるエッチレートのピーク値は、明らかに比較例の約150℃で形成されたHfO₂膜のエッチングにおけるエッチレートのピーク値よりも高いことが確認された。これは、実施例1で説明した理由と同様の理由からであると考えられる。

15 この結果から、比較例の基板処理装置を使用するよりも本実施例の基板処理装置を使用する方が好ましいと考えられる。

(実施例3)

以下、実施例3について説明する。本実施例では、HfO₂が付着した基板処理装置をクリーニングするときの内部チャンバ内の最適圧力について調べた。なお、HfO₂の成膜時には内部チャンバは約150℃に加熱され、サセプタは約300℃に加熱されていたものとする。

測定条件について説明する。本実施例では、基板処理装置として第1の実施の形態で説明した基板処理装置を使用した。ここで、HfO₂が付着した基板処理装置をクリーニングガスによりクリーニングするのではなく、ウェハ上のHfO₂膜をクリーニングガスによりエッチングした。HfO₂膜としては、ウェハを約150℃に加熱して形成したもの

及びウェハを約 300℃に加熱して形成したものを使用した。クリーニングガスとしては、H h f a c、O₂から構成されたものを使用した。H h f a c、O₂の流量は、それぞれ 375 s c c m、100 s c c m であった。なお、クリーニングガス中の H₂O の濃度は 0 p p m であった。また、ウェハの温度は、450℃であった。このような状態を維持しながら内部チャンバ内の圧力を変えて H f O₂ 膜をエッチングした。

測定結果について説明する。図 9 は、本実施例に係る内部チャンバ内の圧力と H f O₂ 膜のエッチレートとの関係を示したグラフである。図 9 のグラフから分かるように、約 150℃で形成された H f O₂ 膜のエッチングにおいては、内部チャンバ内の圧力が $0.95 \times 10^4 \sim 1.20 \times 10^4$ P a の場合に高いエッチレートが得られた。一方、約 300℃で形成された H f O₂ 膜のエッチングにおいては、内部チャンバ内の圧力が $1.06 \times 10^4 \sim 1.20 \times 10^4$ P a の場合に高いエッチレートが得られた。

この結果から、H f O₂ が付着した基板処理装置をクリーニングする場合には、内部チャンバ内の圧力を $1.06 \times 10^4 \sim 1.20 \times 10^4$ P a に維持することが好ましいと考えられる。

(実施例 4)

以下、実施例 4 について説明する。本実施例では、H f O₂ が付着した基板処理装置をクリーニングするときの H h f a c の最適流量について調べた。なお、H f O₂ の成膜時には内部チャンバは約 150℃に加熱され、サセプタは約 300℃に加熱されていたものとする。

測定条件について説明する。本実施例では、基板処理装置として第 1 の実施の形態で説明した基板処理装置を使用した。ここで、H f O₂ が付着した基板処理装置をクリーニングガスによりクリーニングするのではなく、ウェハ上の H f O₂ 膜をクリーニングガスによりエッチングし

た。クリーニングガスとしては、 Hhf a c 、 O_2 、 N_2 、及び H_2O から構成されたものを使用した。 Hhf a c 、 O_2 、 N_2 は、それぞれ15 : 2 : 8になるように供給され、クリーニングガス中の H_2O の濃度は1000ppmであった。また、内部チャンバ内の圧力は約 $6.65 \times 10^3 \text{ Pa}$ であり、ウェハの温度は約 400°C であった。このような状態を維持しながら Hhf a c の流量を変えて HfO_2 膜をエッチングした。

測定結果について説明する。図10は、本実施例に係る Hhf a c の流量とエッチレートとの関係を示したグラフである。図10のグラフから分かるように、 Hhf a c の流量が320～380sccmの場合に高いエッチレートが得られた。

この結果から、 HfO_2 が付着した基板処理装置をクリーニングする場合には、 Hhf a c を320～380sccmの流量で流すことが好ましいと考えられる。

(実施例5)

以下、実施例5について説明する。本実施例では、 Al_2O_3 が付着した基板処理装置をクリーニングするときの O_2 の最適流量について調べた。なお、 Al_2O_3 の成膜時には内部チャンバは約 150°C に加熱され、サセプタは約 300°C に加熱されていたものとする。

測定条件について説明する。本実施例では、基板処理装置として第1の実施の形態で説明した基板処理装置を使用した。ここで、 Al_2O_3 が付着した基板処理装置をクリーニングガスによりクリーニングするのではなく、ウェハ上の Al_2O_3 膜をクリーニングガスによりエッチングした。 Al_2O_3 膜としては、ウェハを約 150°C に加熱して形成したもの及びウェハを約 300°C に加熱して形成したものをを使用した。クリーニングガスとしては、 Hhf a c 、 O_2 、及び H_2O から構成されたものを使用した。 Hhf a c の流量は375sccmであり、 H_2O の濃度は

700 ppmであった。また、内部チャンバ内の圧力は約 9.31×10^3 Paであり、ウェハの温度は約 450℃であった。このような状態を維持しながら O_2 の流量を変えて Al_2O_3 膜をエッチングした。

測定結果について説明する。図 11 は、本実施例に係る O_2 の流量と Al_2O_3 膜のエッチレートとの関係を示したグラフである。図 11 のグラフから分かるように、約 150℃で形成された Al_2O_3 膜のエッチングにおいては、 O_2 の流量が 50～250 sccm の場合に高いエッチレートが得られた。一方、約 300℃で形成された Al_2O_3 膜のエッチングにおいても、 O_2 の流量が 50～250 sccm の場合に高いエッチレートが得られた。

この結果から、 Al_2O_3 が付着した基板処理装置をクリーニングする場合には、 O_2 を 50～250 sccm の流量で流すことが好ましいと考えられる。

(実施例 6)

以下、実施例 6 について説明する。本実施例では、 HfO_2 が付着した基板処理装置をクリーニングするときの O_2 の最適流量について調べた。なお、 HfO_2 の成膜時には内部チャンバは約 150℃に加熱され、サセプタは約 300℃に加熱されていたものとする。

測定条件について説明する。本実施例では、基板処理装置として第 1 の実施の形態で説明した基板処理装置を使用した。ここで、 HfO_2 が付着した基板処理装置をクリーニングガスによりクリーニングするのではなく、ウェハ上の HfO_2 膜をクリーニングガスによりエッチングした。 HfO_2 膜としては、ウェハを約 150℃に加熱して形成したもの及びウェハを約 300℃に加熱して形成したものを使用した。クリーニングガスとしては、 $Hhfac$ 、 O_2 、及び H_2O から構成されたものを使用した。 $Hhfac$ の流量は 375 sccm であり、 H_2O の濃度は

700 ppmであった。また、内部チャンバ内の圧力は約 9.31×10^3 Pa であり、ウェハの温度は約 450℃であった。このような状態を維持しながら O_2 の流量を変えて HfO_2 膜をエッチングした。

測定結果について説明する。図12は、本実施例に係る O_2 の流量と HfO_2 膜のエッチレートとの関係を示したグラフである。図12のグラフから分かるように、約 150℃で形成された HfO_2 膜のエッチングにおいては、 O_2 の流量が 50～250 sccm の場合に高いエッチレートが得られた。一方、約 300℃で形成された HfO_2 膜のエッチングにおいても、 O_2 の流量が 50～250 sccm の場合に高いエッチレートが得られた。

この結果から、 HfO_2 が付着した基板処理装置をクリーニングする場合には、 O_2 を 50～250 sccm の流量で流すことが好ましいと考えられる。

(実施例7)

以下、実施例7について説明する。本実施例では、 Al_2O_3 が付着した基板処理装置をクリーニングするときの H_2O の最適濃度について調べた。なお、 Al_2O_3 の成膜時には内部チャンバは約 150℃に加熱され、サセプタは約 300℃に加熱されていたものとする。

測定条件について説明する。本実施例では、基板処理装置として第1の実施の形態で説明した基板処理装置を使用した。ここで、 Al_2O_3 が付着した基板処理装置をクリーニングガスによりクリーニングするのではなく、ウェハ上の Al_2O_3 膜をクリーニングガスによりエッチングした。 Al_2O_3 膜としては、ウェハを約 150℃に加熱して形成したもの及びウェハを約 300℃に加熱して形成したものを使用した。クリーニングガスとしては、 $Hhfac$ 、 O_2 、及び H_2O から構成されたものを使用した。 $Hhfac$ 、 O_2 の流量は、それぞれ 375 sccm、50

s c c mであった。また、内部チャンバ内の圧力は約 9.31×10^3 Pa であり、ウェハの温度は約 450°C であった。このような状態を維持しながら H_2O の濃度を変えて Al_2O_3 膜をエッチングした。

測定結果について説明する。図 13 は、本実施例に係る H_2O の濃度
5 と Al_2O_3 膜のエッチレートとの関係を示したグラフである。図 13 の
グラフから分かるように、約 150°C で形成された Al_2O_3 膜のエッチ
ングにおいては、 H_2O の濃度が 1000 ppm 以下の場合に高いエッ
チレートが得られた。一方、約 300°C で形成された Al_2O_3 膜のエッ
チングにおいても、 H_2O の濃度が 1000 ppm 以下の場合に高いエ
10 ッチレートが得られた。なお、両方の場合において、 H_2O の濃度が 0
 ppm であっても、高いエッチレートが得られた。

この結果から、 Al_2O_3 が付着した基板処理装置をクリーニングする
場合には、 H_2O を 1000 ppm 以下 (0 ppm 以下を含む。) の濃度
で供給することが好ましいと考えられる。

15 (実施例 8)

以下、実施例 8 について説明する。本実施例では、 HfO_2 が付着し
た基板処理装置をクリーニングするときの H_2O の最適濃度について調
べた。なお、 HfO_2 の成膜時には内部チャンバは約 150°C に加熱さ
れ、サセプタは約 300°C に加熱されていたものとする。

20 測定条件について説明する。本実施例では、基板処理装置として第 1
の実施の形態で説明した基板処理装置を使用した。ここで、 HfO_2 が
付着した基板処理装置をクリーニングガスによりクリーニングするの
ではなく、ウェハ上の HfO_2 膜をクリーニングガスによりエッチングし
た。 HfO_2 膜としては、ウェハを約 150°C に加熱して形成したもの
25 及びウェハを約 300°C に加熱して形成したものを使用した。クリー
ニングガスとしては、 Hhfac 、 O_2 、及び H_2O から構成されたものを

使用した。H h f a c、O₂の流量は、それぞれ375 s c c m、50 s c c mであった。また、内部チャンバ内の圧力は約 9.31×10^3 P aであり、ウェハの温度は約450℃であった。このような状態を維持しながらH₂Oの濃度を変えてH f O₂膜をエッチングした。

- 5 測定結果について説明する。図14は、本実施例に係るH₂Oの濃度とH f O₂膜のエッチレートとの関係を示したグラフである。図14のグラフから分かるように、約150℃で形成されたH f O₂膜のエッチングにおいては、H₂Oの濃度が1000 p p m以下の場合に高いエッチレートが得られた。一方、約300℃で形成されたH f O₂膜のエッチングにおいても、H₂Oの濃度が1000 p p m以下の場合に高いエッチレートが得られた。なお、両方の場合において、H₂Oの濃度が0 p p mであっても、高いエッチレートが得られた。

- この結果から、H f O₂が付着した基板処理装置をクリーニングする場合には、H₂Oを1000 p p m以下（0 p p mを含む。）の濃度で供給することが好ましいと考えられる。

（実施例9）

- 以下、実施例9について説明する。本実施例では、H f O₂が付着した基板処理装置をクリーニングするときのC₂H₅O Hの最適濃度について調べた。なお、H f O₂の成膜時には内部チャンバは約150℃に加熱され、サセプタは約300℃に加熱されていたものとする。

- 測定条件について説明する。本実施例では、基板処理装置として第1の実施の形態で説明した基板処理装置を使用した。ここで、H f O₂が付着した基板処理装置をクリーニングガスによりクリーニングするのではなく、ウェハ上のH f O₂膜をクリーニングガスによりエッチングした。クリーニングガスとしては、H h f a c、O₂、N₂、及びC₂H₅O Hから構成されたものを使用した。H h f a c、O₂、N₂の流量は、

それぞれ 375 sccm、50 sccm、200 sccm であった。また、内部チャンバ内の圧力は約 $6.65 \times 10^3 \text{ Pa}$ であり、ウェハの温度は約 400℃ であった。このような状態を維持しながら $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ の濃度を変えて HfO_2 膜をエッチングした。

- 5 測定結果について説明する。図 15 は、本実施例に係る $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ の濃度とエッチレートとの関係を示したグラフである。図 15 のグラフから分かるように、 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ の濃度が 500～1000 ppm の場合に高いエッチレートが得られた。

- この結果から、 HfO_2 が付着した基板処理装置をクリーニングする場合
10 場合には、 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ を 500～1000 ppm の濃度で供給することが好ましいと考えられる。

(第 2 の実施形態)

- 以下、本発明の第 2 の実施の形態について説明する。なお、以下本実施の形態以降の実施の形態のうち先行する実施の形態と重複する内容に
15 ついては説明を省略する。

本実施の形態では、内部チャンバ内に Hhfac を溜めて内部チャンバ内に付着した Al_2O_3 を錯体化した後に、内部チャンバ内を排気する例について説明する。図 16 は本実施の形態に係る基板処理装置 10 で行われるクリーニングのフローを示したフローチャートである。

- 20 まず、 Al_2O_3 の薄膜が形成されたウェハ W を内部チャンバ 201 内から搬送した後、減圧ポンプ 217 が作動して、内部チャンバ 201 と外部チャンバ 202 との間の空間の真空引きが行われる (ステップ 201B)。

- その後、ヒータ 210、およびチャンバヒータ 220A、220B に
25 電流が流されて、内部チャンバ 201 が約 350℃ に加熱され、かつセプタ 209 が約 400℃ に加熱される。また、水冷ジャケット 208

内に冷却水が流されて、外部チャンバ202が冷却される（ステップ202B）。

内部チャンバ201が約350℃に加熱され、かつサセプタ209の温度が約400℃に加熱された後、バルブ17D、19D、切替バルブ16Dが開かれてHhfacが約320～380sccmの流量で内部チャンバ201内に供給される（ステップ203B）。

このHhfacが内部チャンバ201内に拡散し、内部チャンバ201内に付着した Al_2O_3 に接触すると、Alの錯体が形成される。ここで、本実施の形態では、コンダクタンスバルブ15Bは閉じられており、内部チャンバ201内に供給されたクリーニングガスは、ほぼ排気されることなく内部チャンバ201内に溜められる。

十分にAl錯体が形成された後、切替バルブ16D、バルブ19D、バルブ17Dを閉じてキャリアガスおよびHhfacの供給を停止するとともにコンダクタンスバルブ15Bを開放して内部チャンバ201内を排気する（ステップ204B）。この排気により、Al錯体は気化して、内部チャンバ201内壁およびサセプタ209から離間するとともに、速やかに排気用導管204Bを介して内部チャンバ201外へ排出される。その後、十分にAl錯体が内部チャンバ201外へ排出された後、クリーニングが終了される。

本実施の形態では、内部チャンバ201内にHhfacを溜めた後に、内部チャンバ201内を排気するので、内部チャンバ201内の隅々までHhfacが行き届き、より確実に内部チャンバ201内に付着した Al_2O_3 を取り除くことができるという特有の効果が得られる。また、Hhfacを内部チャンバ201内に溜めた後、排気するので、Hhfacを節約することができ、コストの低減を図ることができる。

（第3の実施の形態）

以下、本発明の第3の実施の形態について説明する。本実施の形態では、内部チャンバ内にHhfacを溜めて内部チャンバ内に付着した Al_2O_3 を錯体化した後に、内部チャンバ内を排気するという一連の処理を断続的に繰り返し行う例について説明する。図17は本実施の形態に係る基板処理装置10で行われるクリーニングのフローを示したフローチャートである。

図17に示されるように、 Al_2O_3 の薄膜が形成されたウェハWを内部チャンバ201内から搬送した後、減圧ポンプ217が作動して、内部チャンバ201と外部チャンバ202との間の空間の真空引きが行われる（ステップ201C）。

その後、ヒータ210、およびチャンバヒータ220A、220Bに電流が流されて、内部チャンバ201が約350℃に加熱され、かつサセプタ209が約400℃に加熱される。また、水冷ジャケット208内に冷却水が流されて、外部チャンバ202が冷却される（ステップ202C）。

内部チャンバ201が約350℃に加熱され、かつサセプタ209が約400℃に加熱された後、バルブ17D、19D、切替バルブ16Dが開かれてHhfacが約320～380sccmの流量で内部チャンバ201内に供給される（ステップ203C）。

十分に Al 錯体が形成された後、切替バルブ16D、バルブ19D、バルブ17Dを閉じてキャリアガスおよびHhfacの供給を停止するとともにコンダクタンスバルブ15Bを開放して内部チャンバ201内を排気する（ステップ204C）。

十分に Al 錯体を内部チャンバ201外へ排出した後、内部チャンバ201内に付着している Al_2O_3 の量を確認する（ステップ205C）。この確認作業は直接内部チャンバ201内壁の Al_2O_3 付着状態或い

はモニタリング用のウェハに形成された Al_2O_3 の残存量を確認することによって行うことが可能である。また、内部チャンバ201に設けられた図示しない観察窓を利用して、赤外分光法により確認することも可能である。内部チャンバ201内に付着した Al_2O_3 の量を確認した
5 結果、内部チャンバ201内に付着した Al_2O_3 が十分に取り除かれている場合には、クリーニングを終了する。

反対に内部チャンバ201内に付着した Al_2O_3 の量を確認した結果、内部チャンバ201内に付着した Al_2O_3 が十分に取り除かれていない場合には、上記ステップ203Cおよびステップ204Cの操作を
10 繰り返し行い、最終的に内部チャンバ201内に付着した Al_2O_3 が十分に取り除かれるまでクリーニング操作を継続する。

本実施の形態では、内部チャンバ201内にH h f a cを溜めた後に、内部チャンバ201内を排気するという一連の処理を断続的に繰り返し行うので、錯体形成と排出とが完全に行われ、効率良く内部チャンバ2
15 01内に付着した Al_2O_3 を取り除くことができるという特有の効果が得られる。

(第4の実施の形態)

以下、本発明の第4の実施の形態について説明する。本実施の形態では、クリーニング時にのみ使用される排気用導管を配設した例について
20 説明する。図18は本実施形態に係る処理容器の内部を模式的に示した図である。

図18に示されるように、内部チャンバ201には、排気用導管204A、204Bの他にクリーニング時にのみ使用される排気用導管231がライナ232を介して接続されている。排気用導管231には、コ
25 ンダクタンスバルブ233およびトラップ234が介在している。なお、排気用導管204A、204Bは成膜時にのみ使用され、クリーニング

時には使用されない。

本実施の形態では、クリーニング時にのみ使用される排気用導管 231 を配設しているので、排気用導管 204A、204B 内に A1 錯体等が付着するのを防止することができる。

- 5 また、排気用導管 231 には、トラップ 234 が取り付けられているため、クリーニング時の排気中に含まれる A1 錯体等はトラップ 234 で除去される。その結果、トラップ 234 より下流側の排気用導管 231 内に A1 錯体等が付着するのを防止することができる。

(第 5 の実施の形態)

- 10 以下、本発明の第 5 の実施の形態について説明する。本実施の形態では、 NF_3 を使用してクリーニングを行う例について説明する。図 19 は本実施の形態に係る処理容器の内部を模式的に示した図である。

- 図 19 に示されるように、第 4 の原料供給ライン 11D には、リモートチャンバ 241 が介在している。なお、原料タンク 20D 内には、H
15 h f a c の代わりに NF_3 が収容されている。リモートチャンバ 241 の周囲には、リモートチャンバ 241 内に供給された NF_3 を励起させて、 NF_3 から F ラジカルを発生させるラジカル発生機構 242 が配設されている。ラジカル発生機構 242 は、主に、リモートチャンバ 241 に巻回された銅線 243 と銅線 243 に接続された高周波電源 244
20 とから構成されている。高周波電源 244 の作動で銅線 243 に 13.56 MHz の高周波電流が流されることにより、リモートチャンバ 241 内に供給された NF_3 が励起して、F ラジカルが発生する。なお、F ラジカルの他に、F イオン等も発生する。

- 原料タンク 20B 内には、 H_2O の代わりに O_2 が収容されている。本
25 実施の形態では、ウェハ W 上に Al_2O_3 の膜を形成するのではなく、 $\text{Hf}(\text{t-O-C}_4\text{H}_9)_4$ と O_2 とを使用してウェハ W 上に HfO_2 の膜を形

成する。なお、 HfO_2 の膜を成膜際には、バルブ17A、19A、切替バルブ16Aを開閉する代わりにバルブ17C、19C、切替バルブ16Cを開閉する。

以下、基板処理装置10で行われるクリーニングのフローについて図20に沿って説明する。図20は本実施の形態に係る基板処理装置10で行われるクリーニングのフローを示したフローチャートである。

まず、図示しない減圧ポンプが作動して、排気用導管204Bを介して内部チャンバ201内の真空引きが行われる。また、減圧ポンプ217が作動して、内部チャンバ201と外部チャンバ202との間の空間の真空引きが行われる（ステップ201D）。

その後、ヒータ210、およびチャンバヒータ220A、220Bに電流が流されて、内部チャンバ201およびサセプタ209等が約300～500℃に加熱される。また、水冷ジャケット208内に冷却水が流されて、外部チャンバ202が冷却される（ステップ202D）。

内部チャンバ201内の圧力が650Pa以下に維持され、かつ内部チャンバ201およびサセプタ209等の温度が約300～500℃に安定した後、バルブ17D、19D、切替バルブ16Dが開かれて NF_3 が約500sccmの流量で内部チャンバ201に向けて供給される。また、高周波電源244が作動して、銅線243に約13.56MHzの高周波電流が流される（ステップ203D）。銅線243に高周波電流が流されることにより、リモートチャンバ241内に供給された NF_3 が励起し、Fラジカルが発生する。発生したFラジカルは、内部チャンバ201内の排気等により、内部チャンバ201内に供給される。Fラジカルが内部チャンバ201内に供給されると、Fラジカルと内部チャンバ201の内壁面等に付着している HfO_2 とが化学反応を起し、 HfF_4 が生成される。生成された HfF_4 は、気化し、排気により処理チ

チャンバ 2 内から速やかに排出される。

所定時間経過後、バルブ 1 7 D、1 9 D、切替バルブ 1 6 D が閉じられるとともに高周波電流の供給が停止されて、内部チャンバ 2 0 1 内のクリーニングが終了される（ステップ 2 0 4 D）。

- 5 本実施の形態では、内部チャンバ 2 0 1 内に F ラジカルを供給するので、内部チャンバ 2 0 1 内壁およびサセプタ 2 0 9 等に付着した HfO_2 を取り除くことができる。

（実施例 1 0）

- 10 以下、実施例 1 0 について説明する。本実施例では、 HfO_2 が付着した基板処理装置を F ラジカルでクリーニングするときの内部チャンバの最適温度について調べた。

- 15 測定条件について説明する。本実施例では、基板処理装置として第 5 の実施の形態で説明した基板処理装置を使用した。ここで、 HfO_2 が付着した基板処理装置をクリーニングガスによりクリーニングするのではなく、ウェハ上の HfO_2 膜をクリーニングガスによりエッチングした。
- 20 クリーニングガスとしては、 NF_3 、 Ar から構成されたものを使用した。 NF_3 、 Ar の流量は、それぞれ 5 0 0 s c c m、5 0 0 s c c m であった。また、内部チャンバ内の圧力は、約 $2.00 \times 10^2 \text{ Pa}$ であった。このような状態を維持しながらウェハの温度を変えて HfO_2 膜をエッチングした。

測定結果について説明する。図 2 1 は、本実施例に係るウェハの温度と HfO_2 膜のエッチレートとの関係を示したグラフである。図 2 1 のグラフから分かるように、ウェハの温度が 4 0 0 °C 以上、好ましくは 4 0 0 ~ 4 5 0 °C の場合に高いエッチレートが得られた。

- 25 この結果から、 HfO_2 が付着した基板処理装置を F ラジカルでクリーニングする場合には、内部チャンバを約 4 0 0 °C 以上、好ましくは約

400～450℃に加熱することが好ましいと考えられる。

(実施例11)

以下、実施例6について説明する。本実施例では、HfO₂が付着した基板処理装置をClラジカルでクリーニングするときの内部チャンバの最適温度について調べた。

測定条件について説明する。本実施例では、基板処理装置として第5の実施の形態で説明した基板処理装置を使用した。ここで、HfO₂が付着した基板処理装置をクリーニングガスによりクリーニングするのではなく、ウェハ上のHfO₂膜をクリーニングガスによりエッチングした。クリーニングガスとしては、HCl、Arから構成されたものを使用した。HCl、Arの流量は、それぞれ200sccm、1000sccmであった。また、内部チャンバ内の圧力は、約 1.33×10^2 Paであった。このような状態を維持しながらウェハの温度を変えてHfO₂膜をエッチングした。

測定結果について説明する。図22は、本実施例に係るウェハの温度とHfO₂膜のエッチレートとの関係を示したグラフである。図22のグラフから分かるように、ウェハの温度が300～400℃の場合に高いエッチレートが得られた。

この結果から、HfO₂が付着した基板処理装置をClラジカルでクリーニングする場合には、内部チャンバを約300～400℃に加熱することが好ましいと考えられる。

(第6の実施の形態)

以下、本発明の第6の実施の形態について説明する。本実施の形態では、チャンバヒータの外側に反射板を配設した例について説明する。図23は本実施の形態に係る処理容器の内部を模式的に示した図である。

図23に示されるように、チャンバヒータ220A、220Bと外部

チャンバ 202 との間の空間には、チャンバヒータ 220A、220B から発せられる熱線を反射する反射板 251 が配設されている。具体的には、反射板 251 の端部は下方に折り曲げられており、両側面のチャンバヒータ 220B と外部チャンバ 202 との間に回りこんでチャンバヒータ 220B からの熱線を反射させる。反射板 220 は金属やセラミック等、熱線を反射する性質を備えた材料で形成されている。

本実施の形態では、チャンバヒータ 220A、220B と外部チャンバ 202 との間に反射板 251 が配設されているので、チャンバヒータ 220A、220B から発せられた熱を効率よく内部チャンバ 201 に供給できる。それ故、クリーニング時に効率よく内部チャンバ 201 を加熱することができる。

(第 7 の実施の形態)

以下、本発明の第 7 の実施の形態について説明する。本実施の形態では、チャンバの外側にチャンバヒータを配設した例について説明する。

図 24 は本実施の形態に係る処理容器の内部を模式的に示した図である。

図 24 に示されるように、外部チャンバ 202 頂部のカバープレート 202A には、開口部が設けられている。この開口部には、熱線を透過する石英製の透過窓 261 が嵌合されている。透過窓 261 の外側には、チャンバヒータ 220 が配設されている。クリーニング時にはチャンバヒータ 220 に電流を流してチャンバヒータ 220 を発熱させる。チャンバヒータ 220 から発せられた熱線は、透過窓 261 を通過する。これにより内部チャンバ 201 が加熱される。なお、チャンバヒータ 220 の背面側には、反射板 262 が配設されている。

本実施の形態では、チャンバヒータ 220 を外部チャンバ 202 の外側に配設しているので、チャンバヒータ 220 の保守点検を容易に行うことができる。また、同じ理由から、外部チャンバ 202 を小型化する

ことができる。更に外部チャンバ202の構造を簡素化することができる。

なお、本発明は上記第1～第7の実施の形態の記載内容に限定されるものではなく、構造や材質、各部材の配置等は、本発明の要旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。上記第1～第7の実施の形態では、内部チャンバ201と外部チャンバ202とから構成された2重のチャンバを使用しているが、チャンバを2重にしなくともよい。

上記第1～第7の実施形態では、クリーニングガスとしてH f a c、
N F₃を使用しているが、これらに限定されない。例えば、H f a cの
10 以外のβ-ジケトンも使用することができる。このようなβ-ジケトン
としては、例えば、テトラメチルヘプタンジオン(H t h d)が挙げら
れる。また、β-ジケトンとしては、R¹(CO)CH₂(CO)R²(R¹、R²はそれぞれアルキル基又はハロゲン化アルキル基である。)の構
造式を有するものが好ましい。さらに、β-ジケトンの他、アセトン、
15 アセチルアセトンを使用することも可能である。また、N F₃以外のフ
ッ素含有ガスを使用することもできる。フッ素含有ガスとしては、例え
ば、S F₆、C F₄、C₂F₆、C H F₃、H F、F₂、およびC F₃COO
H等が挙げられる。また、フッ素含有ガスの代わりに塩素含有ガスを使
用することも可能である。塩素含有ガスとしては、例えば、H C l、C
20 l₂、およびB C l₃等が挙げられる。

上記第1～第7の実施の形態では、処理ガスとして、TMAとH₂O、
或いはH f (t - O C₄H₉)₄とO₂を使用しているが、その他のガス
を使用することも可能である。例えば、TMAとO₃、T i C l₄とNH₃、
T i F₄とNH₃、T i B r₄とNH₃、T i I₄とNH₃、T i [N (C
25 ₂H₅CH₃)₂]₄(TDMAT)とNH₃、T i [N (CH₃)₂]₄(T
DMAT)とNH₃、T i [N (C₂H₅)₂]₄(TDEAT)とNH₃、

$\text{Ta}(\text{OC}_2\text{H}_5)_5$ と O_2 、 $\text{Ta}(\text{OC}_2\text{H}_5)_5$ と H_2O 、 $\text{Ta}(\text{OC}_2\text{H}_5)_5$ と H_2O_2 、 $\text{Hf}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_4$ と O_3 、 $\text{Hf}[\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2]_4$ と O_3 、 $\text{Zr}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_4$ と O_3 、或いは $\text{Zr}[\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2]_4$ と O_3 を使用してもよい。なお、 TiF_4 と NH_3 、 TiBr_4 と NH_3 、 TiI_4 と NH_3 、 $\text{Ti}[\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5\text{CH}_3)_2]_4$ (TEMAT) と NH_3 、 $\text{Ti}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_4$ (TDMAT) と NH_3 、或いは $\text{Ti}[\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2]_4$ (TDEAT) と NH_3 を使用した場合には、ウェハW上に TiN 膜が形成される。また、 $\text{Ta}(\text{OC}_2\text{H}_5)_5$ と O_2 、 $\text{Ta}(\text{OC}_2\text{H}_5)_5$ と H_2O 、或いは $\text{Ta}(\text{OC}_2\text{H}_5)_5$ と H_2O_2 を使用した場合には、ウェハW上に Ta_2O_5 膜が形成される。また、 $\text{Hf}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_4$ と O_3 、或いは $\text{Hf}[\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2]_4$ と O_3 を使用した場合には、ウェハW上に HfO_2 膜が形成される。さらに、 $\text{Zr}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_4$ と O_3 、或いは $\text{Zr}[\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2]_4$ と O_3 を使用した場合には、ウェハW上に ZrO_2 膜が形成される。なお、処理ガス或いはクリーニングガスは、シャワーヘッドにより供給することも可能である。

上記第1～第7の実施の形態では、TMAと H_2O 、或いは $\text{Hf}(\text{t-OC}_4\text{H}_9)_4$ と O_2 をこの順序で供給する方法が挙げられるが、このような順序で供給しなくてもよい。更に、TMAと H_2O 、或いは $\text{Hf}(\text{t-OC}_4\text{H}_9)_4$ と O_2 を同時に供給してもよい。なお、上記したその他のガスについても同様である。

上記第1～第7の実施の形態では、内部チャンバ201内から排気してTMA等を排出しているが、排気の際に Ar_2 や N_2 のようなパージガスを内部チャンバ201内に供給することも可能である。

上記第1～第7の実施の形態では、基板としてウェハWを用いる場合を想定して説明したが、基板は液晶表示装置(LCD)用のガラス基板

であってもよい。

上記第 1 ～ 第 7 の実施の形態では、基板処理装置 10 を用いて説明しているが、物理気相成長処理装置（PVD 処理装置）およびメッキ処理装置のような成膜装置、エッチング処理装置、或いは化学的機械的研磨
5 処理装置（CMP 処理装置）を用いることも可能である。なお、エッチング処理装置の場合、エッチングガスを交互に供給しても、或いは同時に供給してもよい。

産業上の利用可能性

10 本発明に係る基板処理装置のクリーニング方法および基板処理装置は、半導体製造産業において使用することが可能である。

請 求 の 範 囲

1. 基板処理装置の内部チャンバ内に基板を収容して前記基板に処理を施した後、前記内部チャンバの温度を前記基板の処理時における前記内部チャンバの温度より高め、かつ前記内部チャンバと前記内部チャンバを収容した外部チャンバとの間の空間を排気した状態で、前記内部チャンバ内にクリーニングガスを供給して、前記内部チャンバ内に付着している被クリーニング物質を取り除くクリーニング工程を具備することを特徴とする基板処理装置のクリーニング方法。
- 5
- 10 2. 前記クリーニング工程は、前記外部チャンバを冷却しながら行われることを特徴とするクレーム1記載の基板処理装置のクリーニング方法。
3. 前記外部チャンバは、金属で形成されていることを特徴とするクレーム1記載の基板処理装置のクリーニング方法。
4. 前記クリーニング工程は、前記クリーニングガスを前記内部チャンバ内に収容された基板を支持する基板支持部材の表面に沿って流すことにより行われることを特徴とするクレーム1記載の基板処理装置のクリーニング方法。
- 15
5. 前記クリーニングガスは、ケトンを含んでいることを特徴とするクレーム1記載の基板処理装置のクリーニング方法。
- 20 6. 前記ケトンは、 β -ジケトンであることを特徴とするクレーム5記載の基板処理装置のクリーニング方法。
7. 前記 β -ジケトンは、ヘキサフルオロアセチルアセトンであることを特徴とするクレーム6記載の基板処理装置のクリーニング方法。
8. 前記クリーニング工程は、前記内部チャンバの温度が前記基板の処理時における前記内部チャンバの温度より100℃以上高い状態で行われることを特徴とするクレーム1記載の基板処理装置のクリーニング方
- 25

法。

9. 前記内部チャンバは、石英又はセラミックスで形成されていることを特徴とするクレーム 1 記載の基板処理装置のクリーニング方法。

10. 前記被クリーニング物質は、Al、Y、Zr、Hf、La、Ce、Pr の少なくとも 1 元素を含む酸化物であることを特徴とするクレーム 1 記載の基板処理装置のクリーニング方法。

11. 前記クリーニングガスは、活性種を含んでいることを特徴とするクレーム 1 記載の基板処理装置のクリーニング方法。

12. 前記クリーニング工程は、前記内部チャンバ内を排気しながら行われることを特徴とするクレーム 1 記載の基板処理装置のクリーニング方法。

13. 前記内部チャンバ内の排気は、前記基板の処理時に使用される排気系とは異なる排気系を使用して行われることを特徴とするクレーム 1 2 記載の基板処理装置のクリーニング方法。

14. 前記内部チャンバ内の排気は、前記被クリーニング物質と前記クリーニングガスとの化学反応により生成された生成物を捕集しながら行われることを特徴とするクレーム 1 2 記載の基板処理装置のクリーニング方法。

15. 前記生成物の捕集は、前記内部チャンバに近接した位置で行われることを特徴とするクレーム 1 4 記載の基板処理装置のクリーニング方法。

16. 前記内部チャンバは、抵抗発熱体により加熱されることを特徴とするクレーム 1 記載の基板処理装置のクリーニング方法。

17. 前記内部チャンバは、加熱ランプにより加熱されることを特徴とするクレーム 1 記載の基板処理装置のクリーニング方法。

18. 基板処理装置のチャンバ内に基板を収容して前記基板に処理を施

した後、前記チャンバと前記チャンバ内に收容された基板を支持する基板支持部材とに温度差を設けた状態で、前記チャンバ内にクリーニングガスを供給して、前記チャンバ内に付着している被クリーニング物質を取り除くクリーニング工程を具備することを特徴とする基板処理装置の

5 クリーニング方法。

19. 前記基板の処理は前記チャンバの温度が前記基板支持部材の温度より低い状態で行われ、かつ前記クリーニング工程は前記チャンバの温度が前記基板支持部材の温度より低い状態で行われることを特徴とするクレーム18記載の基板処理装置のクリーニング方法。

10 20. 前記クリーニング工程は、前記チャンバを350℃以上に加熱し、かつ前記基板支持部材を400℃以上に加熱した状態で行われることを特徴とするクレーム18記載の基板処理装置のクリーニング方法。

21. 前記クリーニング工程は、前記クリーニングガスを前記基板支持部材の表面に沿って流すことにより行われることを特徴とするクレーム

15 18記載の基板処理装置のクリーニング方法。

22. 前記クリーニングガスは、ケトンを含んでいることを特徴とするクレーム18記載の基板処理装置のクリーニング方法。

23. 前記ケトンは、 β -ジケトンであることを特徴とするクレーム22記載の基板処理装置のクリーニング方法。

20 24. 前記 β -ジケトンは、ヘキサフルオロアセチルアセトンであることを特徴とするクレーム23記載の基板処理装置のクリーニング方法。

25. 前記クリーニング工程は、前記チャンバの温度が前記基板の処理時における前記チャンバの温度より100℃以上高い状態で行われることを特徴とするクレーム18記載の基板処理装置のクリーニング方法。

25 26. 前記チャンバは、石英又はセラミックスで形成されていることを特徴とするクレーム18記載の基板処理装置のクリーニング方法。

27. 前記被クリーニング物質は、Al、Y、Zr、Hf、La、Ce、Prの少なくとも1元素を含む酸化物であることを特徴とするクレーム18記載の基板処理装置のクリーニング方法。

28. 前記クリーニングガスは、活性種を含んでいることを特徴とするクレーム18記載の基板処理装置のクリーニング方法。

29. 前記クリーニング工程は、前記チャンバ内を排気しながら行われることを特徴とするクレーム18記載の基板処理装置のクリーニング方法。

30. 前記チャンバ内の排気は、前記基板の処理時に使用される排気系とは異なる排気系を使用して行われることを特徴とするクレーム29記載の基板処理装置のクリーニング方法。

31. 前記チャンバ内の排気は、前記被クリーニング物質と前記クリーニングガスとの化学反応により生成された生成物を捕集しながら行われることを特徴とするクレーム29記載の基板処理装置のクリーニング方法。

32. 前記生成物の捕集は、前記チャンバに近接した位置で行われることを特徴とするクレーム31記載の基板処理装置のクリーニング方法。

33. 前記チャンバは、抵抗発熱体により加熱されることを特徴とするクレーム18記載の基板処理装置のクリーニング方法。

34. 前記チャンバは、加熱ランプにより加熱されることを特徴とするクレーム18記載の基板処理装置のクリーニング方法。

35. 基板処理装置のチャンバ内に基板を収容して前記基板に処理を施した後、前記チャンバの温度を前記基板の処理時における前記チャンバの温度より高めた状態で、前記チャンバ内にケトンを含むクリーニングガスを供給して、前記チャンバ内に付着している被クリーニング物質を取り除くクリーニング工程を具備することを特徴とする基板処理装置の

クリーニング方法。

36. 前記クリーニング工程は、前記クリーニングガスを前記基板支持部材の表面に沿って流すことにより行われることを特徴とするクレーム

35記載の基板処理装置のクリーニング方法。

- 5 37. 前記ケトン β は、 β -ジケトンであることを特徴とするクレーム35記載の基板処理装置のクリーニング方法。

38. 前記 β -ジケトンは、ヘキサフルオロアセチルアセトンであることを特徴とするクレーム37記載の基板処理装置のクリーニング方法。

39. 前記クリーニング工程は、前記チャンバの温度が前記基板の処理
10 時における前記チャンバの温度より100℃以上高い状態で行われることを特徴とするクレーム35記載の基板処理装置のクリーニング方法。

40. 前記チャンバは、石英又はセラミックスで形成されていることを特徴とするクレーム35記載の基板処理装置のクリーニング方法。

41. 前記被クリーニング物質は、Al、Y、Zr、Hf、La、Ce、
15 Prの少なくとも1元素を含む酸化物であることを特徴とするクレーム35記載の基板処理装置のクリーニング方法。

42. 前記クリーニングガスは、活性種を含んでいることを特徴とするクレーム35記載の基板処理装置のクリーニング方法。

43. 前記クリーニング工程は、前記チャンバ内を排気しながら行われ
20 ることを特徴とするクレーム35記載の基板処理装置のクリーニング方法。

44. 前記チャンバ内の排気は、前記基板の処理時に使用される排気系とは異なる排気系を使用して行われることを特徴とするクレーム43記載の基板処理装置のクリーニング方法。

- 25 45. 前記チャンバ内の排気は、前記被クリーニング物質と前記クリーニングガスとの化学反応により生成された生成物を捕集しながら行われ

ることを特徴とするクレーム 4 3 記載の基板処理装置のクリーニング方法。

4 6. 前記生成物の捕集は、前記チャンバに近接した位置で行われることを特徴とするクレーム 4 5 記載の基板処理装置のクリーニング方法。

- 5 4 7. 前記チャンバは、抵抗発熱体により加熱されることを特徴とするクレーム 3 5 記載の基板処理装置のクリーニング方法。

4 8. 前記チャンバは、加熱ランプにより加熱されることを特徴とするクレーム 3 5 記載の基板処理装置のクリーニング方法。

4 9. 内部チャンバと、

- 10 前記内部チャンバを収容した外部チャンバと、

前記内部チャンバ内にクリーニングガスを供給するクリーニングガス供給系と、

前記内部チャンバを加熱するチャンバヒータと、

前記内部チャンバと前記外部チャンバとの間の空間を排気する排気系

- 15 と、

を具備することを特徴とする基板処理装置。

5 0. 前記チャンバヒータは、前記内部チャンバと前記外部チャンバとの間の空間に配設されていることを特徴とするクレーム 4 9 記載の基板処理装置。

- 20 5 1. 前記チャンバヒータから発せられる熱線を前記内部チャンバに導く反射体をさらに備えることを特徴とするクレーム 4 9 記載の基板処理装置。

5 2. 前記外部チャンバは前記チャンバヒータから発せられた熱線を透過する熱線透過窓を有し、かつ前記チャンバヒータは前記外部チャンバ

- 25 外に配設されていることを特徴とするクレーム 4 9 記載の基板処理装置。

FIG. 1

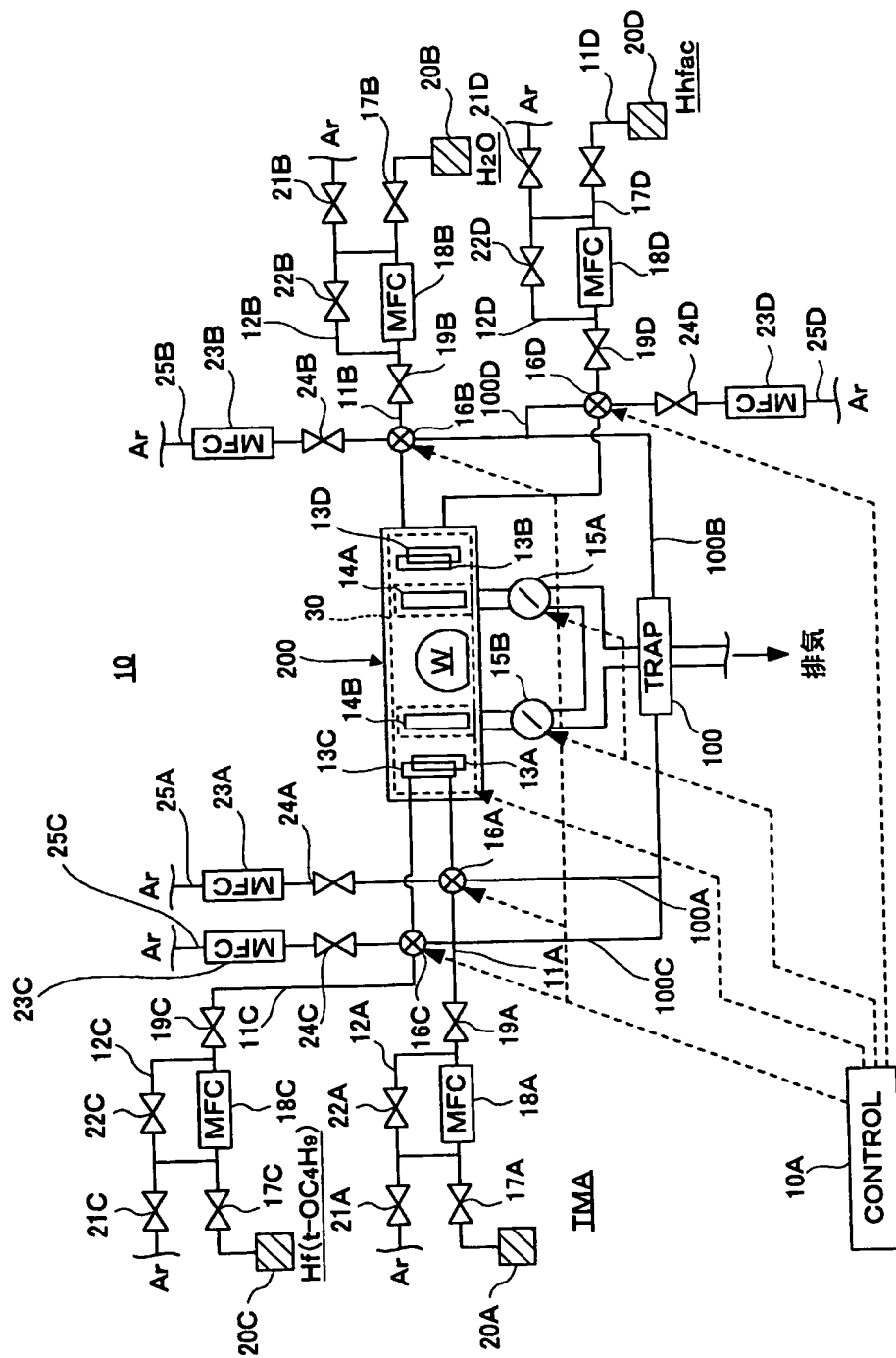


FIG.2

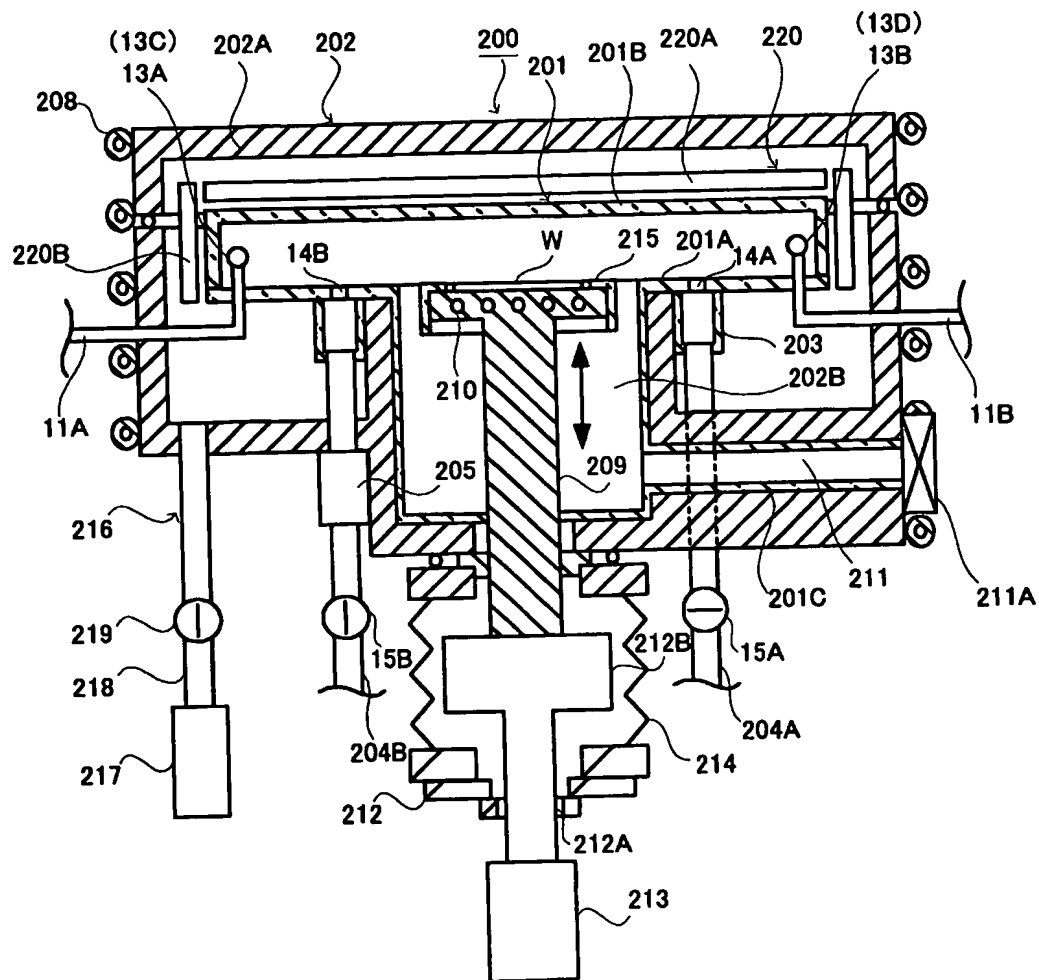


FIG.3

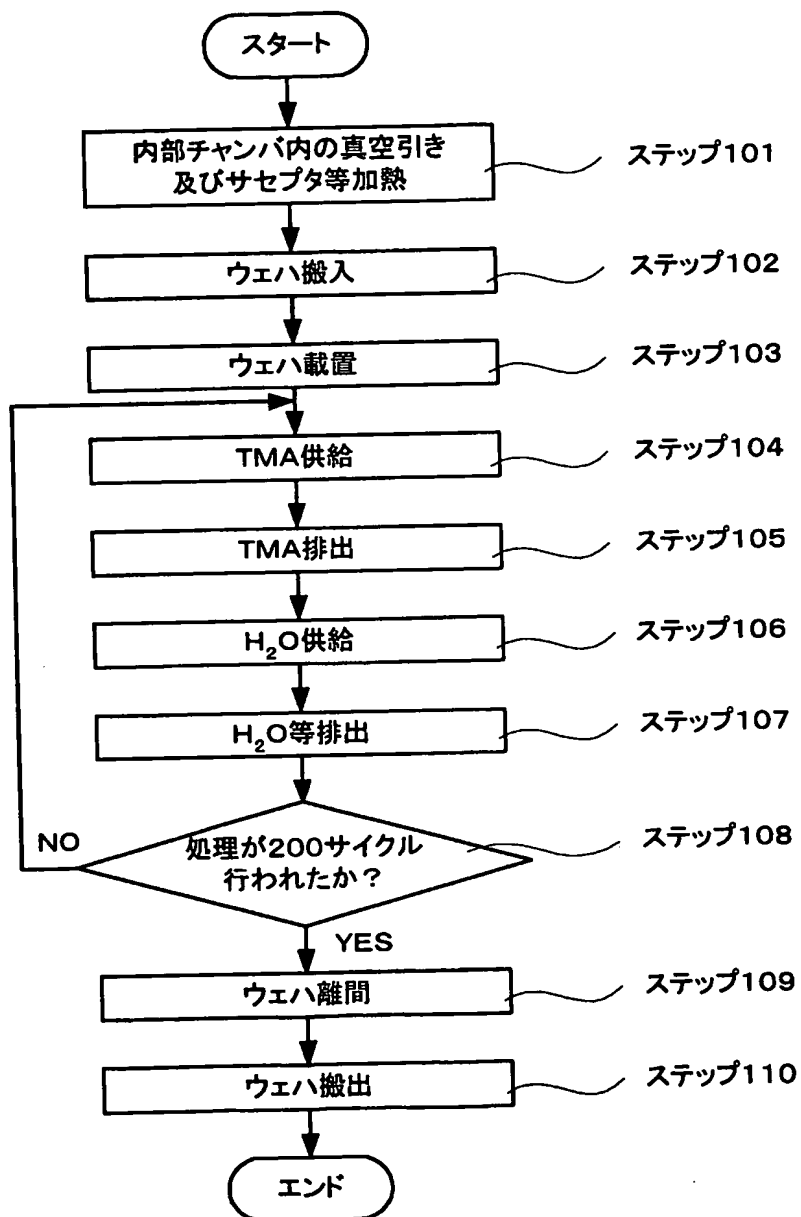


FIG.4

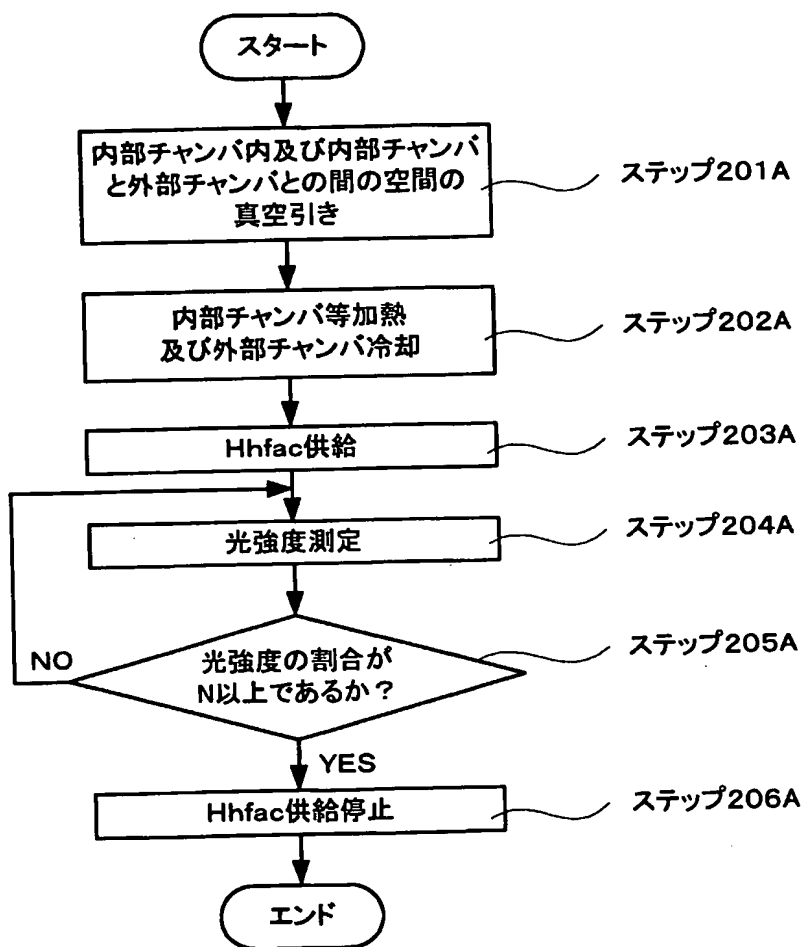


FIG.5A

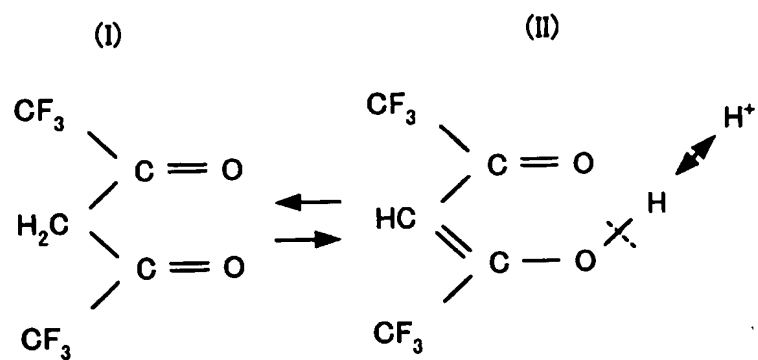


FIG.5B

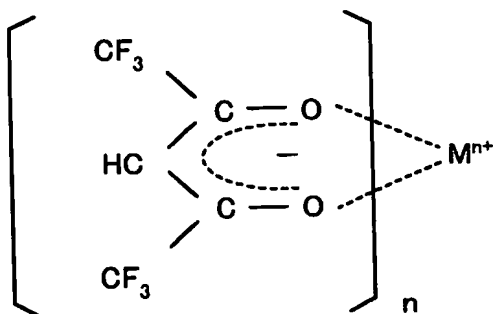


FIG.6

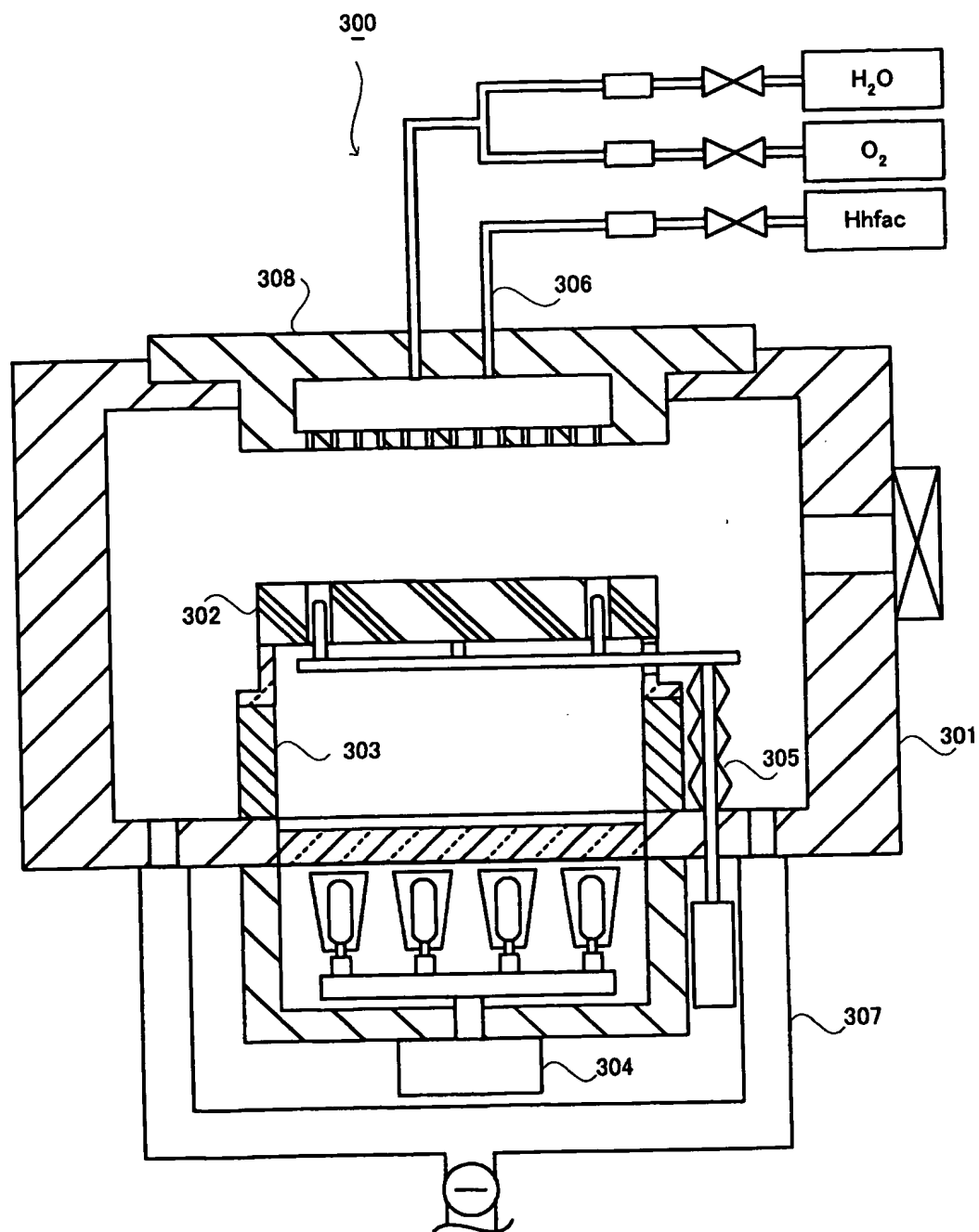


FIG.7

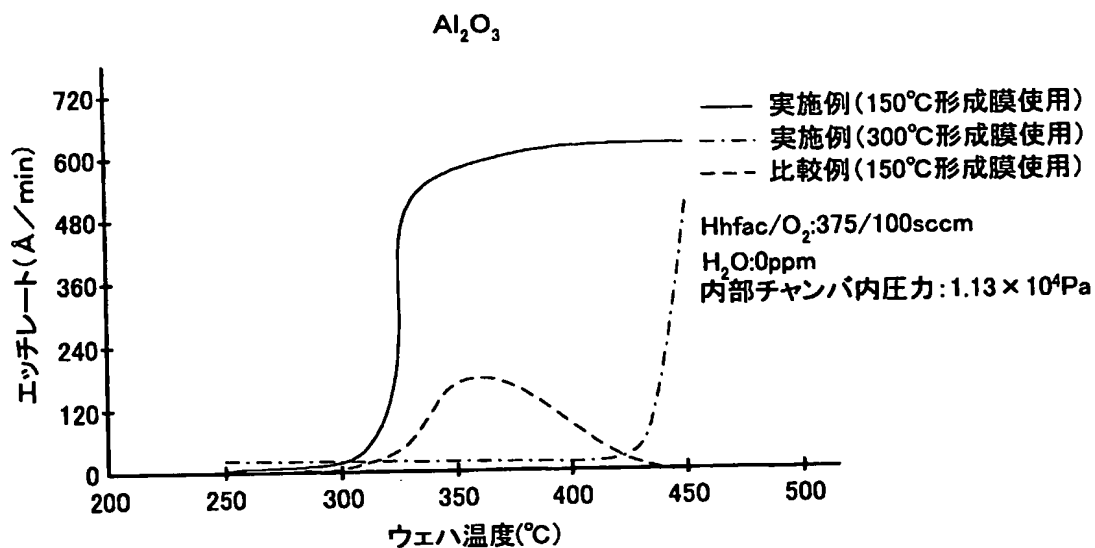


FIG.8

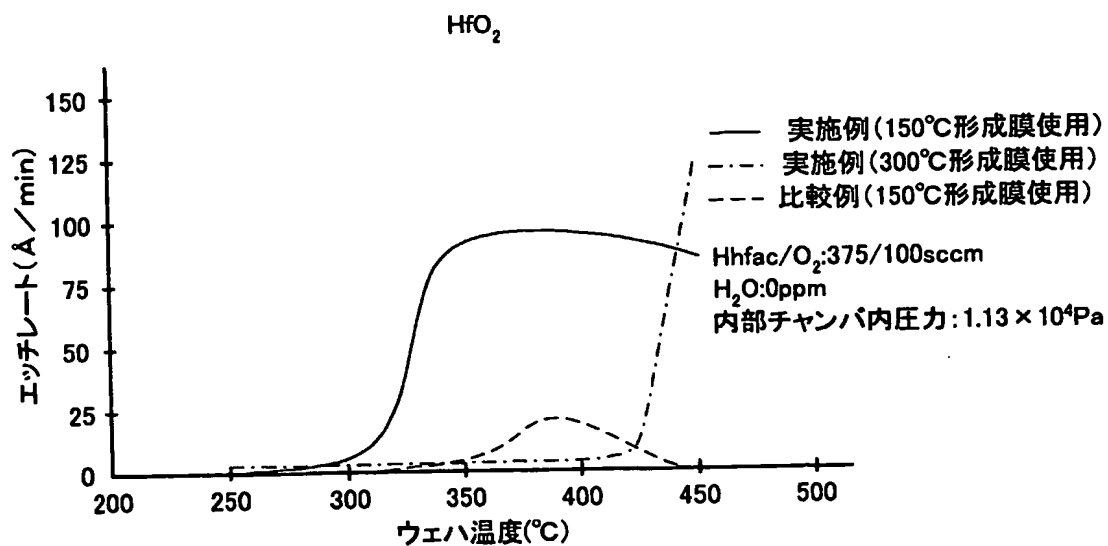


FIG.9

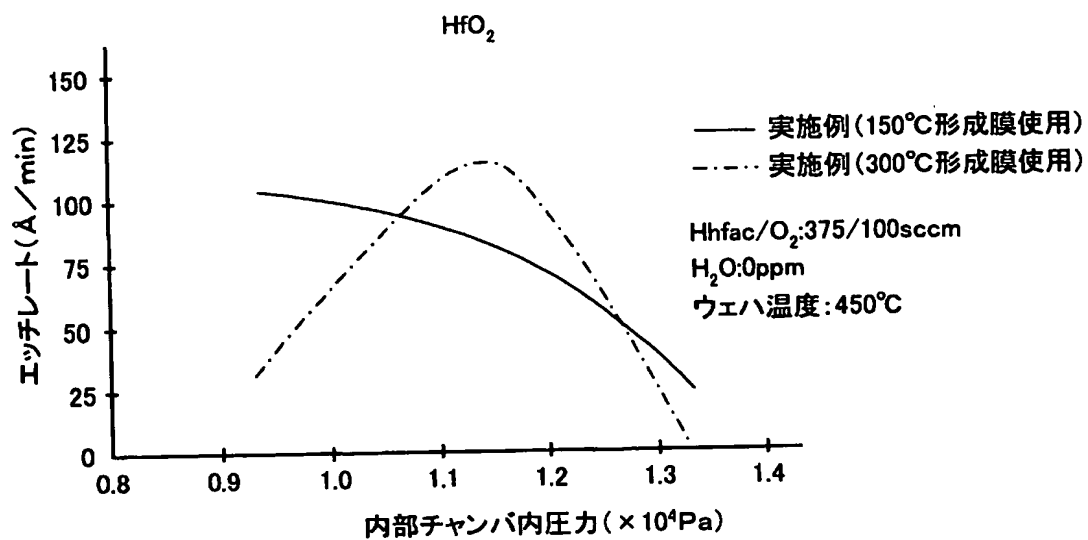


FIG.10

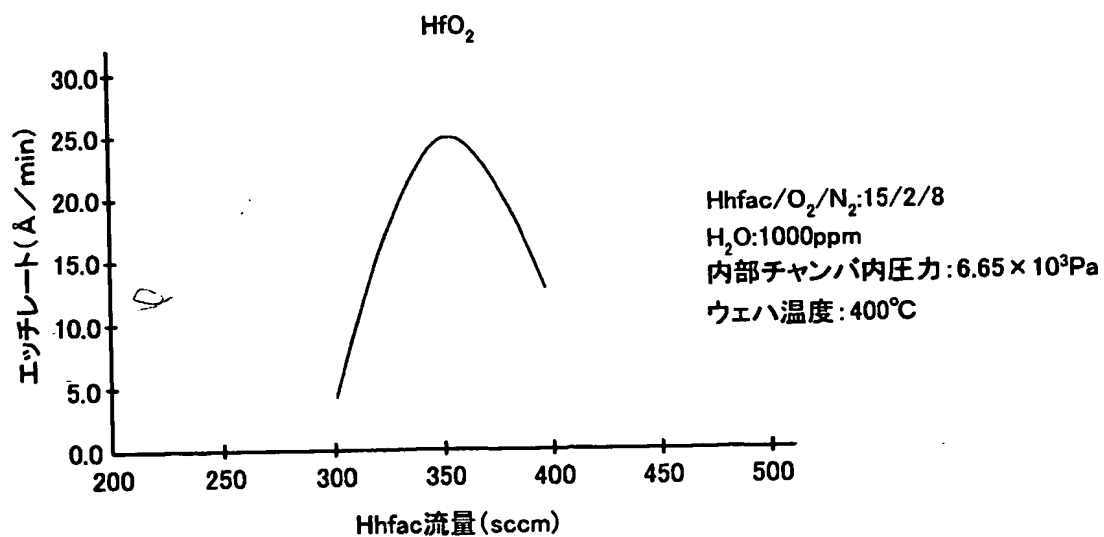


FIG.11

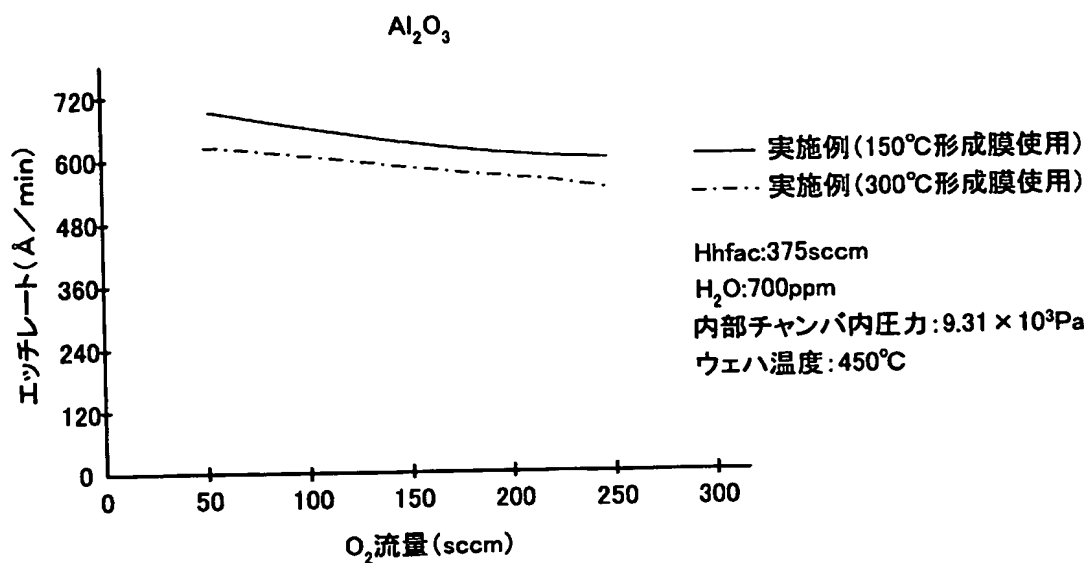


FIG.12

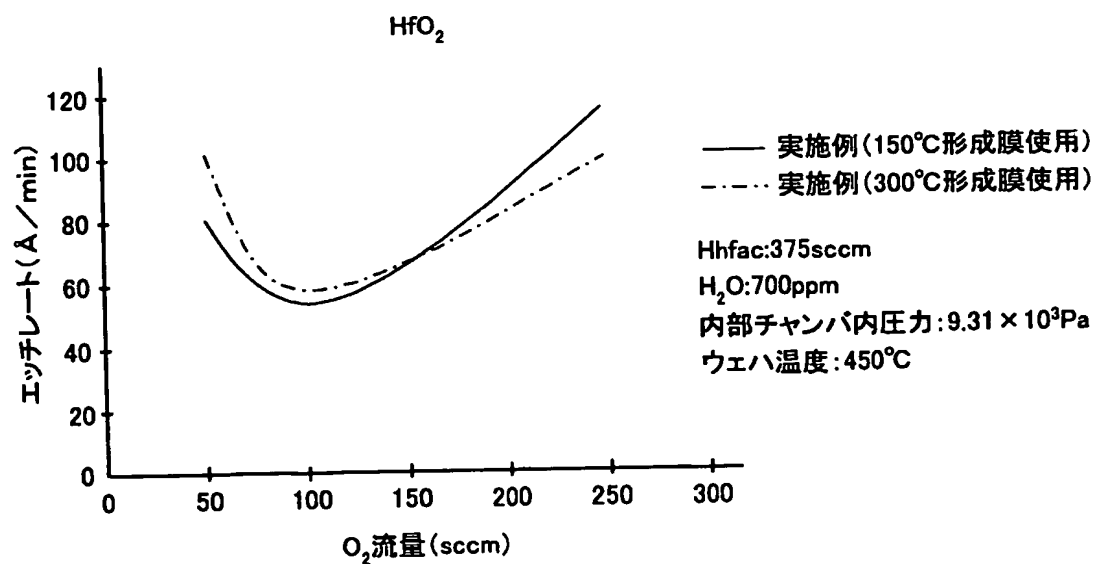


FIG.13

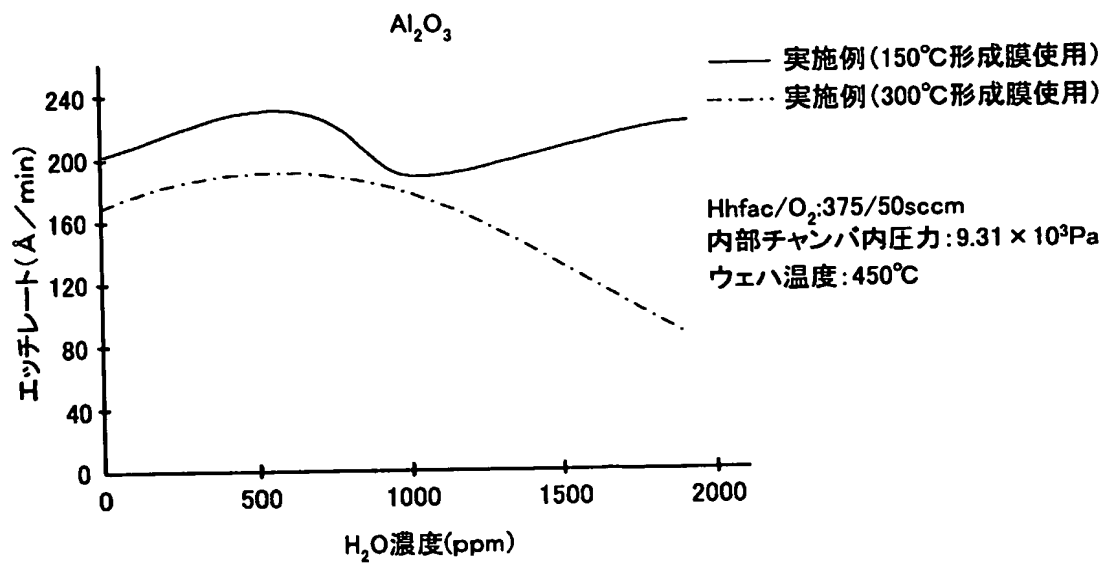


FIG.14

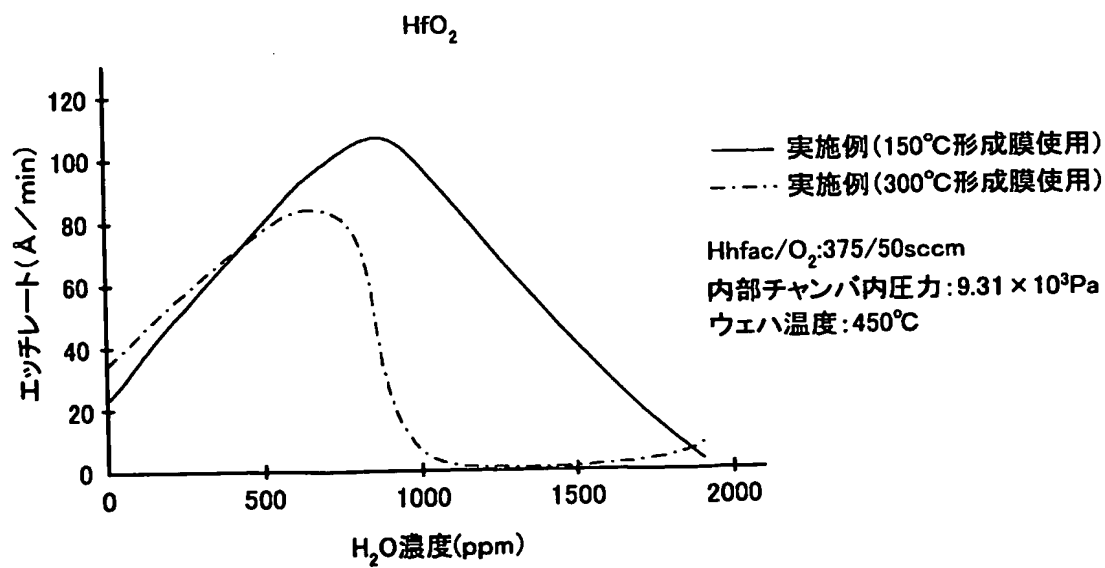


FIG.15

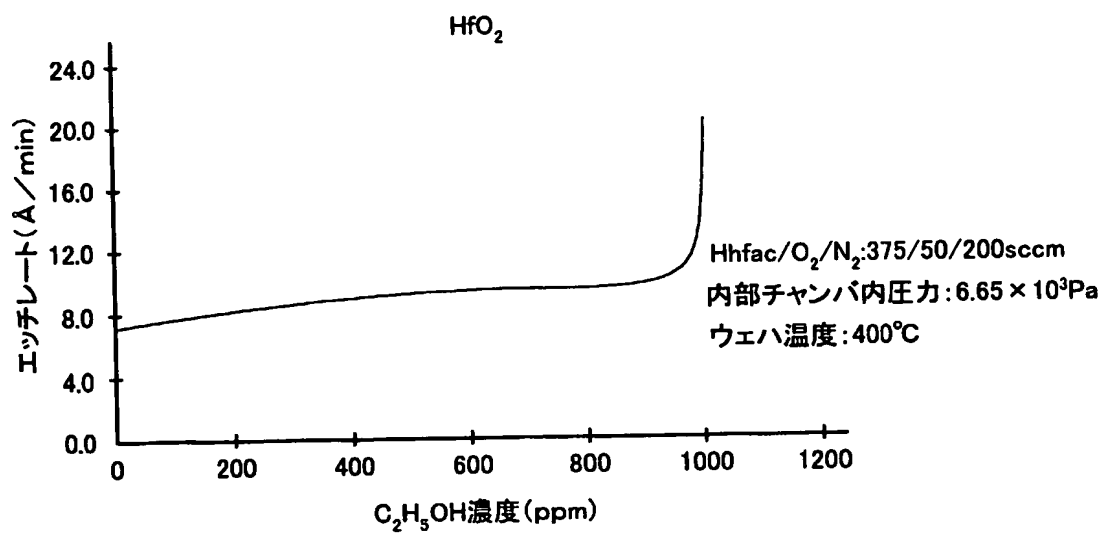


FIG.16

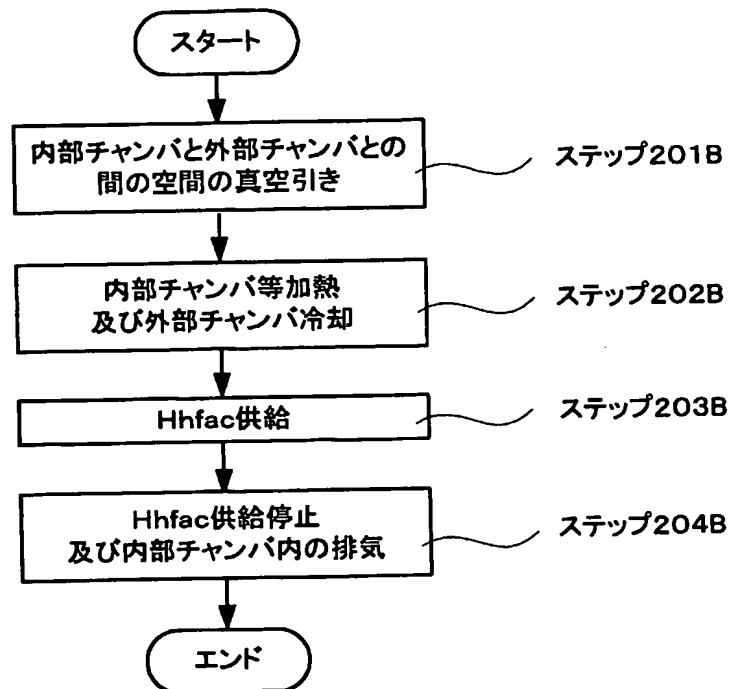


FIG.17

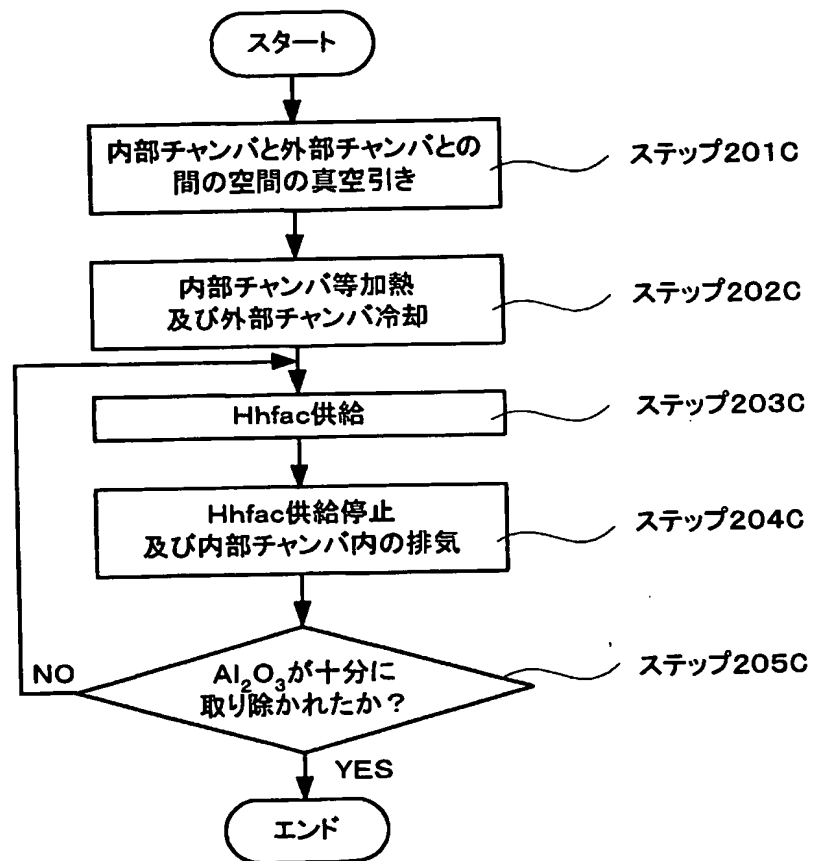


FIG.18

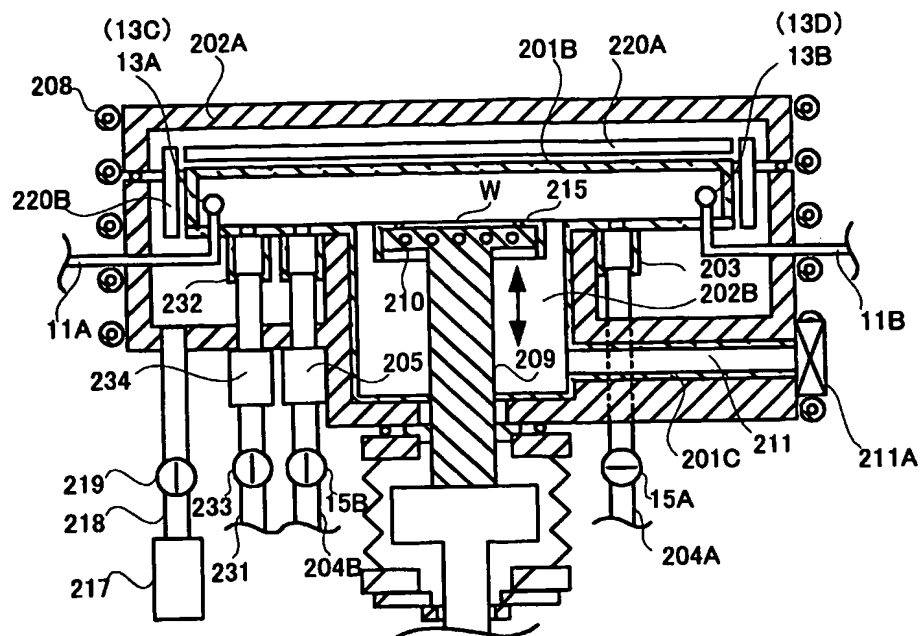


FIG.19

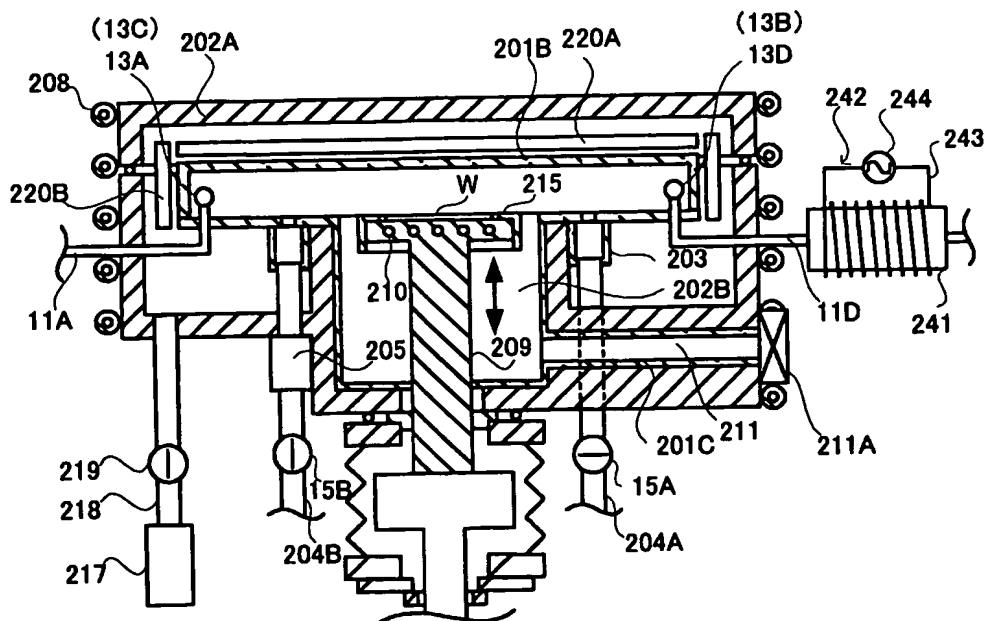


FIG.20

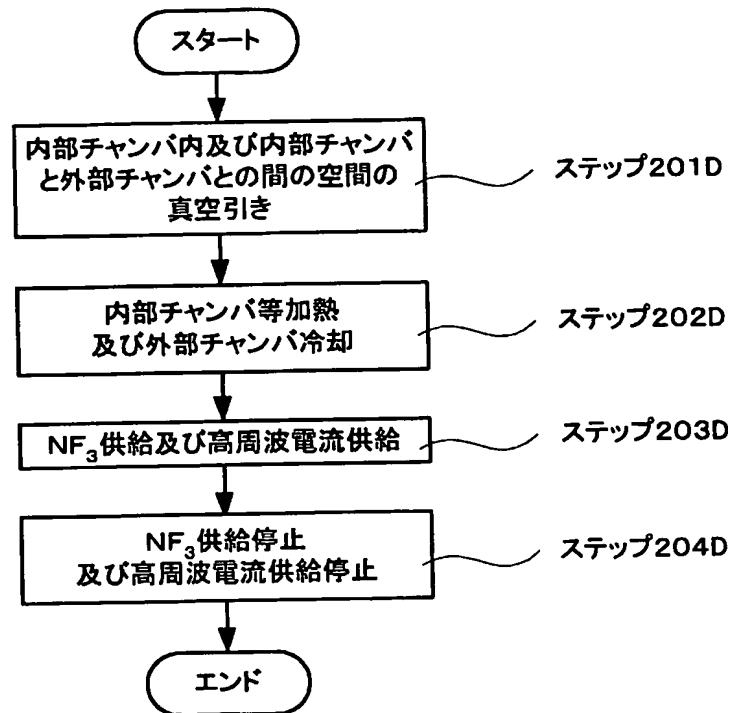


FIG.21

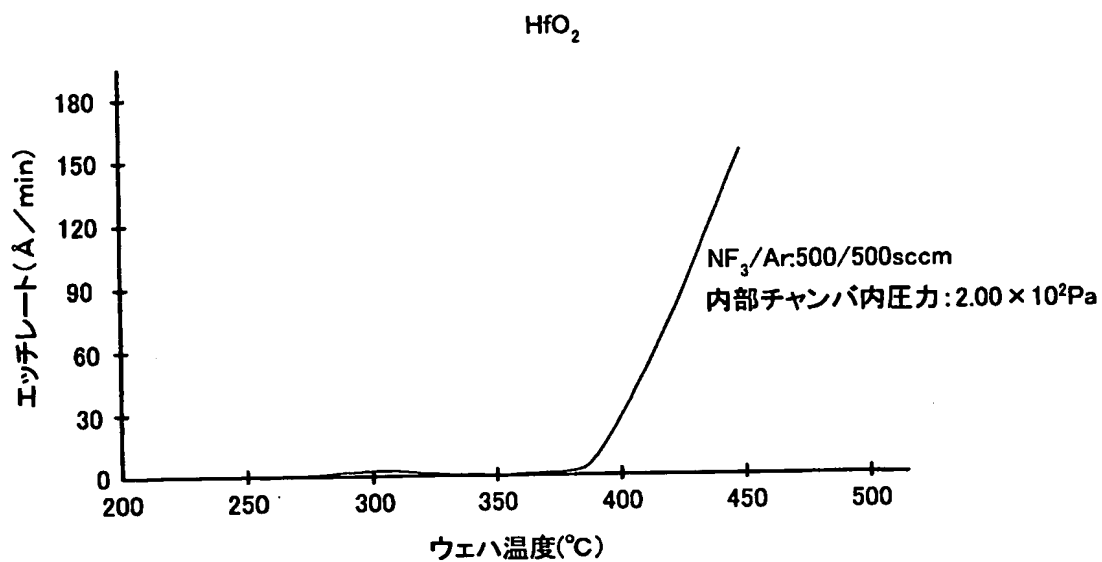


FIG.22

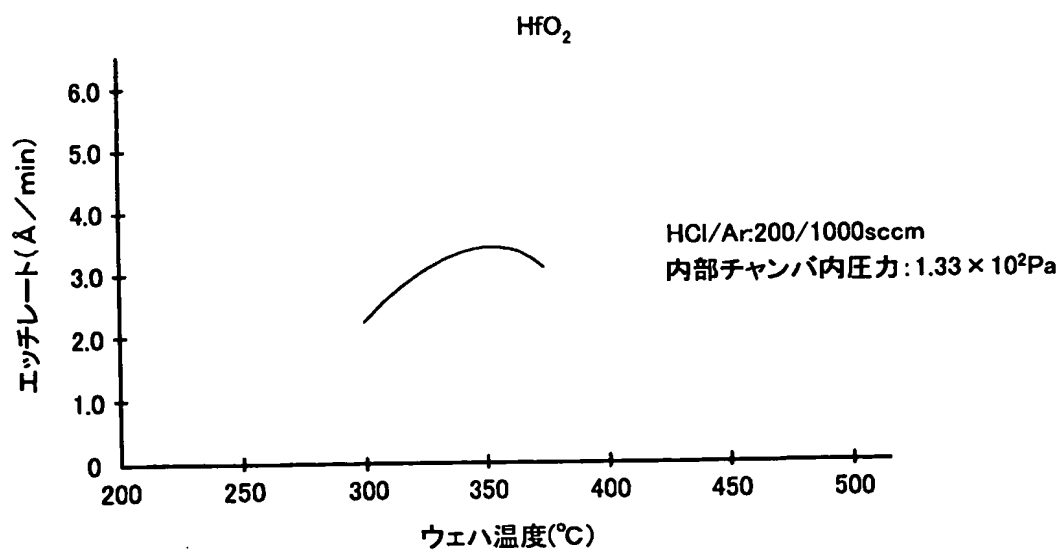


FIG.23

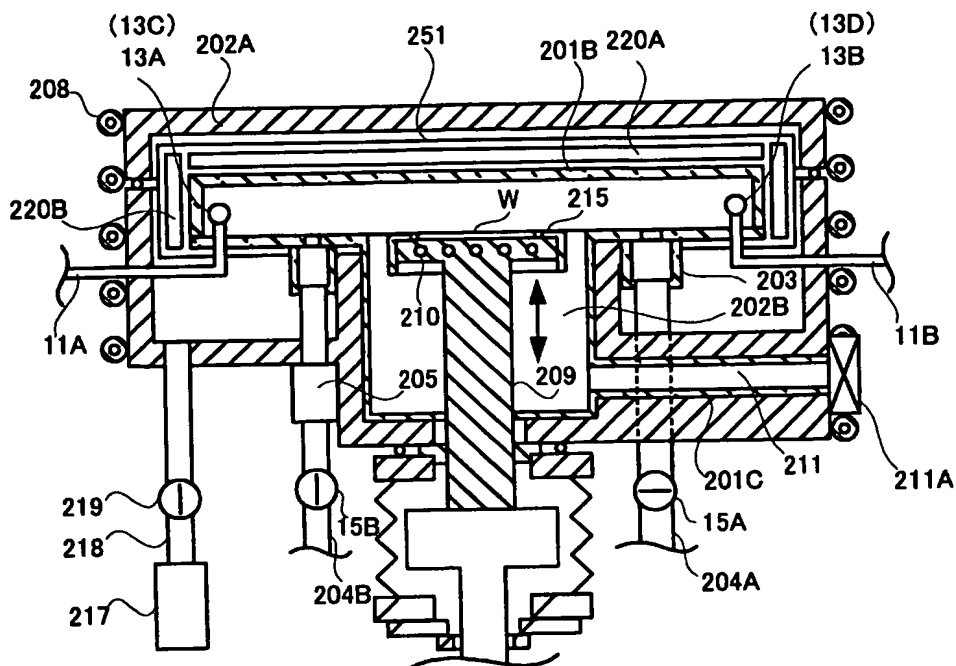


FIG.24

